

Phys. g. 491 f

Sitzungsberichte
der
Physikalisch-medizinischen Societät
in
E r l a n g e n.

25. Heft.

1893.

ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

1893.

Sitzungsberichte
der
Physikalisch-medizinischen Societät
in
E r l a n g e n.

25. Heft.

1893.

ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

1893.

Sitzungsberichte

Präsident des Reiches

1871

1872

1873

1874

1875

1876

Inhaltsverzeichniss.

Geschäftliche Mittheilungen:	Seite
Stand der Mitglieder	V
A. Ordentliche Mitglieder	V
B. Ehrenmitglieder	VII
C. Korrespondierende Mitglieder	VIII
Vorstand	XI
Tauschverkehr	XI
Eingegangene Druckschriften	XII
A. Im Tauschverkehr	XII
B. Als Geschenk	XVII
Verzeichniss der in den Sitzungen vom 1. Mai 1891 bis 1. Nov. 1893 gehaltenen Vorträge	XIX
Inhaltsverzeichniss des wissenschaftlichen Theiles des 25. Heftes	XXII
Abhandlungen und Mittheilungen aus den Sitzungs- berichten.	1

Stand der Mitglieder

am 1. November 1893

48 ordentliche, 34 Ehren- und 76 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Bacharach J. Dr., kgl. Reallehrer, 1880.
Beckmann Ernst Dr., Professor, 1893.
Bischoff Dr., prakt. Arzt, 1893.
Blanckenhorn Max Dr., 1890.
Böttiger Aug., Apotheker, 1863.
Bouda Dr., 1893.
Brommer, Apotheker, 1885.
Büttner G., kgl. Reallehrer, 1880.
Bumm A. Dr., Professor, 1886.
Busch M. Dr., Privatdozent, 1890.
Ebert H. Dr., Privatdozent, 1886.
Eversbusch O. Dr., Professor, 1886.
Fischer G. O. Dr., Professor, 1885.
Fischer Dr., Assistent, 1893.
Fleischer Rich. Dr., Professor, 1877.
Fleischmann A. Dr., Privatdozent, 1886.
Fritsch O. Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel R. Dr., Professor, 1887.
Gerlach Jos. v. Dr., Geheimrat, Professor, 1850.
Gerlach Leo Dr., Professor, 1874.
Gordan Paul Dr., Professor, 1874.

Graser Ernst Dr., Professor, 1884.
Hauser G. Dr., Privatdozent, 1881.
Heineke Walt. v. Dr., Professor, 1867.
Hermann Friedr. Dr., Professor, 1884.
Hetzl Wilh. Dr., prakt. Arzt, 1862.
Jacob Ch. Dr., Assistent, 1892.
Kiesselbach Wilh. Dr., Professor, 1877.
Knoblauch O. Dr., Privatdozent, 1889.
Koeberlin Dr., Oberarzt, 1885.
Maurer Aug. Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Noether Max Dr., Professor, 1875.
Oebbeke K. Dr., Professor, 1887.
Oels Dr., Assistent, 1890.
Paal C. Dr., Professor, 1887.
Penzoldt Franz Dr., Professor, 1874.
Pfeiffer H. Dr., Assistent, 1893.
Reess Max Dr., Professor, 1872.
Röhring Dr., Oberstabsarzt, 1886.
Rosenthal Is. Dr., Professor, 1872.
Schneider F. Dr., Hofzahnarzt, 1887.
Schulz O. Dr., Assistent 1889.
Selenka E. Dr., Professor, 1874.
Specht Dr., Oberarzt, 1892.
Strümpell A. v. Dr., Professor, 1886.
Wiedemann E. Dr., Professor, 1886.
Zenker F. Alb. v. Dr., Professor, 1863.
Zenker K. Dr., Assistent, 1891.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. Mai 1891 bis zum 1. November
1893 die Herren:

Beckmann, Bischoff, Fischer, Jacob, Kästle,
Lehmann, Pfeiffer, Specht, Zacke.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren:

Bokorny, Kästle, Lehmann, Oels, v. Raumer,
I. Rosenthal, Schöpp, Schulz, Späth, Zacke.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr ordentliches Mit-
glied: Kappel.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor, Herzog in Bayern, 1888.

Baeyer Ad. v., Professor der Chemie, München, 1883.

Beyrich H. E., Professor der Geologie, Berlin, 1888.

Brioschi Fr., Direktor des Polytechnikum, Mailand, K.M. 1877, E.M. 1878.

Bunsen Rob. v. Excellenz, Professor der Chemie, Heidelberg, K.M. 1845, E.M. 1883.

Dubois-Reymond E., Professor der Physiologie, Berlin, K.M. 1859, E.M. 1878.

Ehlers E., Professor d. Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874.

Gegenbaur C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.

Gerhardt C. Dr., Professor der int. Medizin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.

Helmholtz H. v., Excellenz, Präsident der Physikalisch-technischen Reichsanstalt, Berlin, K.M. 1859, E.M. 1878.

Hermite Ch., Professor der Mathematik, Paris, 1883.

Hilger Alb., Professor der Chemie, München, O.M. 1872. E.M. 1893.

Kekulé A., Professor der Chemie, Bonn, K.M. 1859, E.M. 1888.

Klein F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.

Kölliker A. v., Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.

Kussmaul Aug., Professor der Medizin, Heidelberg, K.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.

Leube W. v., Professor der Medizin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.

Lister Jos., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Lommel E. v., Professor der Physik, München, O.M. 1869, E.M. 1886.

Ludwig C., Professor der Physiologie, Leipzig, K.M. 1855, E.M. 1883.

Marey E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.

Pettenkofer M. v., Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.

Ried F., Professor der Chirurgie, Jena, O.M. 1839—1846, E.M. 1858.

Sachs J. v., Professor der Botanik, Würzburg, K.M. 1883, E.M. 1889.

Sandberger F., Professor der Mineralogie, Würzburg, 1878.

Seidel L. v., Professor der Mathematik, München, 1889.

Spencer-Wells Sir T., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Thiersch C., Professor der Chirurgie, Leipzig, O.M. 1854, K.M. 1867, E.M. 1883.

Thomson Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.

Virchow R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.

Voit C. v., Professor der Physiologie, München, K.M. 1863, E.M. 1883.

Wiedemann G., Professor der Physik, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1888.

Ziemssen H. v., Professor der Medizin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.

Zweifel P. Dr., Professor, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder:
E. v. Brücke, J. M. Charcot, A. W. v. Hofmann, W. Siemens, W. Weber.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Bauer G., Professor der Mathematik, München, 1889.

Bäumler Ch., Professor der Medizin, Freiburg i/Br., O.M. 1872, K.M. 1874.

Berthelot, Professor der Chemie, Paris, 1860.

Boström E., Professor der pathol. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.

Buchner L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.

Claus A., Professor der Chemie, Freiburg i/Br., 1870.

Cohn F., Professor der Botanik, Breslau, 1861.

Darreste Camille, Professor, Paris, 1886.

Delpino Fed., Professor der Botanik, Genua, 1875.

Duncan Dr., Professor der Gynaekologie, London, 1883.

Ernst A., Direktor des bot. Gartens, Caracas, 1875.

Fick A., Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.

- Filehne W., Professor der Pharmakologie, Breslau, O.M. 1874, K.M. 1886.
- Fischer Emil, Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886.
- Fittig R., Professor der Chemie, Strassburg, 1888.
- Flemming W., Professor der Anatomie, Kiel 1888.
- Flückiger F. A., Professor der Pharmakologie, Bern, 1888.
- Foster Dr. B., Professor der Medizin, Birmingham, 1866.
- Fresenius C. R., Professor der Chemie, Wiesbaden, 1857.
- Geinitz H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
- Gerichten Dr. E. v., Höchst, O.M. 1873, K.M. 1883.
- Groth P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
- Günther S., Professor der Geographie, München, O.M. 1873, K.M. 1874.
- Hansen A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
- Hasse E., Professor der Medizin, Göttingen, 1844.
- Heller A., Professor der Medizin, Kiel, O.M. 1869, K.M. 1872.
- Hertwig O., Professor der Anatomie, Berlin, 1889.
- Hertwig R., Professor der Zoologie, München, 1889.
- Hertz, H. Professor der Physik, Bonn, 1889.
- Hoyer H., Professor der Histologie und Entwicklungsgeschichte, Warschau, K.M. 1884.
- Hubrecht A., Professor der Zoologie, Utrecht, O.M. 1874, K.M. 1875.
- Hyrtl, Professor der Anatomie, Wien, 1839.
- Immermann H., Professor der Medizin, Basel, O.M. 1866, K.M. 1871.
- Karrer F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
- Kjerulf Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.
- Knorr L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
- Koch R., Geh. Regierungsrat, Professor, Berlin, 1883.
- Königs W., Professor der Chemie, München, 1888.
- Kohlrausch F., Professor der Physik, Strassburg, 1883.
- Krause W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
- Kries v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
- Kühne W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
- Lepine, Professor, Lyon, 1888.
- Lieben A., Professor der Chemie, Wien, 1870.

- Liebermeister C. v., Professor der Medizin, Tübingen, 1866.
Limpricht H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.
Lüroth J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Meissner G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer V., Professor der Chemie, Heidelberg, 1883.
Michel J., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873,
K.M. 1878.
Müller Baron F. v., Direktor des bot. Gartens, Melbourne, 1860.
Müller W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856,
K.M. 1861.
Ost H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans, Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann Frhr. v., Professor der Chemie, München, 1889.
Prym P., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.
Richthofen F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Rindfleisch G. E., Professor der pathologischen Anatomie, Würzburg, 1883.
Röntgen W. C., Professor der Physik, Würzburg, 1889.
Rothmund A. v. Dr., Professor der Ophthalmologie, München 1887.
Saemisch Th., Professor der Ophthalmologie, Bonn, 1887.
Saporta Marquis G. de, Aix, 1883.
Sattler H., Professor der Ophthalmologie, Leipzig, O.M. 1876,
K.M. 1886.
Schwalbe G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth Dr. G., Kairo, 1865.
Sohncke Leonhard, Professor der Physik, München, 1889.
Sonderegger Dr., St. Gallen, 1883.
Steiner J. Dr., Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Strasburger E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar G., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Ulrich, Direktor der Irrenanstalt, Deggendorf, O.M. 1874, K.M.
Volhard J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Weyl Th. Dr., Berlin, O.M. 1879, K.M. 1883.
Wislicenus J., Professor der Chemie, Leipzig, 1864.
Zittel C. A. v., Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre korrespondierenden Mitglieder: J. Hasner v. Artha, H. Kopp, E. v. Reusch, Roscoe, F. W. Scanzoni v. Lichtenfels, R. Schomburgk, C. Semper.

Vorstand.

Vom 1. Mai 1893 an besteht derselbe aus den Herren:

Noether, I. Direktor,
Hauser, II. Direktor,
Ebert, I. Sekretär,
Blanckenhorn, II. Sekretär,
Böttiger, Cassier.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe der beiden letzten Jahre 1891—93 hinzugetreten:

München, ärztlicher Verein.
Jekaterinburg, ärztlicher Verein.
Chile, Societé scientifique.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direct an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht **besondere** Empfangsanzeige **verlangt** wird, für eingegangene Schriften **nur** in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichniss

der vom 2. Mai 1891 bis 31. Dezember 1893 eingegangenen
Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Adelaide, Botan. Garden:

Augsburg, Naturhist. Ver. f. Schwaben u. Neuburg: Ber. XXX.

Baltimore, Johns Hopkins Univ.: Americ. Chemic. Journ. XIII. XIV,
1—7. General Index to I—X. — Biolog. Laborat.: Studies
IV, 7. V, 1.

Bamberg, Naturforsch. Gesellsch.: Ber. XVI.

Basel, Naturforsch. Gesellsch.: Verhandl. X, 1.

Batavia, Natuurk. Vereenig. in Nederl.-Indië: Tijdschrift XLVIII,
1—3. XLIX. LI. LII.

Bergen, Museum: Aarsberetn. 1890—1892.

Berlin, K. Akad. d. Wissensch.: Math.-Naturw. Mitteil. 1891—1893, 7;
Sitz.-Ber. 1892—1893, 48. — Botan. Ver. f. d. Prov. Bran-
denburg: Verhandl. XXXI—XXXIV. — Deutsche Chem.
Gesellsch.: Ber. 1891—1893, 18. — Gesellsch. naturforsch.
Freunde: Sitz.-Ber. 1890—1892. — Medizin. Gesellsch.:
Verhandl. XXI—XXIII. — Physikal. Gesellsch.: Verhandl.
IX. X. — Physiolog. Gesellsch.: Verhandl. 1889/90—1890/91,
14. — Polytechn. Gesellsch.: Centralbl. 1889/90—1893/94,
5. — Geolog. Landesanst. u. Bergakad.: Jahrb. 1889—91. —
Ver. f. innere Medizin: Verhandl. IX. — Deutsche Medi-
zinalztg.: 1892—1893, 103.

Bern, Naturforsch. Gesellsch.: Mitteil. 1244—1304.

Bistritz, Gewerbeschule:

Bonn, Naturhist. Ver. f. d. preuss. Rheintl. u. Westph.: Verhandl.
XLVII—L.

Bordeaux, Soc. d. Sciences Phys. et Natur.: Mém. IV. Sér. I. II. III, 1
et Append.

Boston, Americ. Acad. of Arts and Sciences: Proceed. XVII. XIX. —
Soc. of Natur. Hist.: Proceed. XXV. XXVI.

Braunschweig, Ver. f. Naturwissensch.: Jahresber. 1887—1891.

- Bremen**, Naturwissenschaftl. Ver.: Abhandl. XII, 1—3.
- Breslau**, Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur: Jahresber. LXVIII—LXX u. Erg.-Heft 1. 2.
- Brünn**, Naturforsch. Ver.: Verhandl. XXVIII—XXX; Ber. d. meteorolog. Comm. VIII—X.
- Brüssel**, Acad. Royale de Méd: Bull. IV. Sér. VI. VII, 1—9. — Acad. Royale d. Sciences etc.: Annuaire LVI—LIX; Bull. V. Sér. XVIII—XXIV; Mém. XLVIII—L, 1; Mém. cour. L—LII; Mém. d. sav. étr. XLIII—XLVI. — Soc. Entomolog. de Belg.: Compt. rend. IV. Sér. 2—10. 15—25. — Soc. Royale de Botan.: Bull. XXIX.
- Buenos-Aires**, Museo Publico:
- Bukarest**, Soc. de Sciințe Fiz.: Bul. I, 1—II, 8.
- Cambridge** (Mass.), Museum of Comparat. Zool.: Bull. XVI, 11—14. XX, 2—8. XXI, 1—5. XXII. XXIII. XXIV, 1—7. XXV, 1; Ann. Rep. 1889/90—1891/92.
- Charkow**, Soc. d. Sciences expériment.: Travaux 1886—1888.
- Chemnitz**, Naturwissenschaftl. Gesellsch.:
- Cherbourg**, Soc. Nationale d. Sciences Natur. et Math.: Mém. III. Sér. VI—VIII.
- Christiania**, K. Univ.: Norges offic. Statist. III. R. 95. 103. 116. 125. 143. 145. 161. 162. 164; Johannessen, Epidem. Verbreitg d. Scharlachfiebers in Norwegen.
- Chur**, Naturforsch. Gesellsch. Graubündens: Jahresber. XXXIV—XXXVI.
- Córdoba**, Acad. Nacional de Ciencias: Bol. XI, 4.
- Danzig**, Naturf. Gesellsch.: Schriften N. F. VI, 4.—VIII, 2.
- Dorpat**, Naturf. Gesellsch.: Schriften I, 6. 6 [vielmehr 7]; Sitz.-Ber. IX, 3. X, 1.
- Dresden**, Gesellsch. f. Natur- u. Heilk.: Jahresber. 1890/91—1892/93. — Naturwissenschaftl. Gesellsch. Isis: Sitz.-Ber. 1889, Juli—1893, Juni.
- Dublin**, Royal Dublin Soc.: Proceed. VI, 7—VII, 4; Transact. II. Ser. IV, 1—8. — Royal Irish Acad.: Cunningham Mem. VI—VIII; Proceed. II. Ser. I, 5. II, 1—5; Transact. XXIX, 8—13. 16—19. XXX, 1—10.
- Dürkheim**, Pollichia: Mitteil. IV—VI.
- Edinburgh**, Royal Botan. Garden: — Royal College of Physicians: Rep. III. IV. — Botan. Soc.: Transact. XVII, 3. XVIII. XIX, A—R. — Physic. Soc.: Proceed. 1890/91. 1891/92. — Royal Soc.: Proceed. XVII. XVIII.
- Elberfeld**, Naturwissenschaftl. Ver.:
- Emden**, Naturforsch. Gesellsch.: Jahresber. LXXV—LXXVII.
- Florenz**, Biblioteca Nazionale Centrale: Boll. 82—192. — Istituto di Studi sup.: Pubblic. XV. XVI. — Soc. Botan. Ital.: Bull.

- 1892—1893, 7; Giornale XXIII—XXV, 3. — Scuola d'Anat. patol.:
- Frankfurt a|M.**, Aerztl. Ver.: Jahresber. XXXIV—XXXVI; Statist. Mitteil. 1890—1892. — Physikal. Ver.: Jahresber. 1889|90—1891|92. — Senckenberg. Gesellsch.: Abhandl. XVI, 2—4. XVII, 1. 2; Ber. 1891—1893.
- Frankfurt a|O.**, Naturwissensch. Ver.: Mitteil. (bezw. Helios): II, 1. 6. V, 11. 12. VI, Titel u. Inh. VIII—XI, 5; Societatum Litterae 1889, 2. 3. 1890, 4—6. 1891—1893, 7.
- Frauenfeld**, Thurgauische Naturforsch. Gesellsch.: Mitteil. VIII—X.
- Freiburg i/B.**, Naturforsch. Gesellsch.: Ber. V, 1—VII, 2.
- Fulda**, Ver. f. Naturk.:
- St. Gallen**, Naturforsch. Gesellsch.: Ber. 1888|89—1890|91.
- Genf**, Soc. de Phys. et d'Hist. Natur.: Compt. rend. VII—IX; Mém. 1890, 1—3 (Centenaire).
- Gent**, Dodonaea: Jaarb. I—III.
- Giessen**, Oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk.: Ber. XXVIII. XXIX.
- Görlitz**, Naturforsch. Gesellsch.: Abhandl. XX.
- Göttingen**, K. Gesellsch. d. Wissensch.: Nachr. 1891—1893, 4.
- Graz**, Ver. d. Aerzte in Steiermark: Mitteil. XXVII—XXIX. — Naturwissenschaftl. Ver. f. Steiermark: Mitteil. XXVII—XXIX.
- Greifswald**, Naturwissenschaftl. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen: Mitteil. XXII—XXIV.
- Haarlem**, Musée Teyler: Archives II. Sér. III, 4—6. IV, 1. — Soc. Holland. d. Sciences: Archives XXIV, 2—XXVII, 3.
- Halifax**, Nova Scotian Institute of Science: Proceed. VII, 4. II. Ser. I, 1.
- Halle a|S.**, K. Leopold.-Carol.-Acad.: Leopoldina XXVII—XXIX, 20. — Naturforsch. Gesellsch.: Ber. 1888—1891. — Naturwissenschaftl. Ver. f. Sachsen u. Thüringen: Zeitschr. LXIII, 4—LXVI, 4.
- Hamburg**, Naturwissenschaftl. Ver.: Abhandl. XI, 2. 3. XII, 1. — Ver. f. naturwissenschaftl. Unterhalt.: Verhandl. VII.
- Hanau**, Wetterauische Gesellsch. f. d. ges. Naturk.: Ber. 1889—1892.
- Hannover**, Naturhist. Gesellsch.: Jahresber. XXXVIII—XLI.
- Heidelberg**, Naturhist.-Medizin. Ver.: Verhandl. IV, 5. V, 1.
- Helsingfors**, Soc. pro Fauna et Flora Fenn.: Acta V, 1a. 2. VI—VIII; Meddelanden XVI—XVIII. — Soc. Scient. Fenn.: Acta XVII. XVIII; Bidrag: XLIX—LI; Öfversigt XXXII—XXXIV.
- Innsbruck**, Naturwissenschaftl.-Medizin. Ver.: Ber. XIX. XX.
- Iowa City**, State Univ. (Laborat. of Natur. Hist.): Bull. I, 3. 4. II, 1.
- Jekaterinburg**, Soc. Oural. de Méd.: Mém. II, 1. 2. IV, Suppl. 1.
- Jena**, Medizin -Naturwissenschaftl. Gesellsch.:
- Karlsruhe**, Naturwissenschaftl. Ver.:
- Kasan**, Soc. Phys.-Math.: Bull. II Sér. II, 3.

- Kassel**, Ver. f. Naturk.: Ber. XXXVI—XXXVIII.
- Kiel**, Naturwissenschaftl. Ver. f. Schlesw.-Holst.: Schrift. VIII, 2—X, 1.
- Kiew**, Soc. d. Naturalistes: Mém. X, 3. 4. XI, 1. 2.
- Klausenburg**, Siebenbürg. Museumsver.: Értésítő 1891, I. II. 1892, I. II.
- Königsberg**, Phys.-Ökonom. Gesellsch.: Schriften XXXI—XXXIII u. Jentzsch Führer durch d. geolog. Samml.
- Kopenhagen**, Acad. Royale: Bull. 1890, 3—1893, 1. — Naturhist. Forening: Meddelelser 1890—1892.
- Landshut**, Botan. Ver.: Ber. XII.
- Lausanne**, Soc. Vaudoise d. Sciences Natur.: Bull. CII—CXII.
- Leipzig**, Fürstl. Jablonowskische Gesellsch.: Preisschriften XXVII. XXIX. — Naturforsch. Gesellsch.: Sitz.-Ber. XVII. XVIII. — K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch.: Ber. (Math.-Phys. Kl.) 1890, 3 — 1893, 6.
- London**, Nature 1175—1260. — Botan. Soc.: — Math. Soc.: Proceed. 391—468. — Royal Soc.: Proceed. 292—327; Transact. 1889, B. 1890—1892 with List of Members.
- Lüneburg**, Naturwissenschaftl. Ver.: Jahreshefte XII.
- Lüttich**, Soc. Royale d. Sciences: Mém. XVII.
- Luxemburg**, Institut Royal Gr.-Duc. (Sciences Natur.): Publ. XXII. — Soc. Botan.: Recueil XII.
- Magdeburg**, Naturwissenschaftl. Ver.: Jahresber. 1890—1892.
- Mailand**, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendic. XXIV. — Soc. Ital. di Scienze Natur.: Atti XXXII—XXXIV, 3.
- Marburg**, Gesellsch. z. Beförderung d. ges. Naturwissensch.: Sitz.-Ber. 1890—1892.
- Melbourne**, Botan. Garden: — Geograph. Soc.:
- Meriden**, Scientific Association: Transact. III. IV.
- Milwaukee**, Public Museum of the City:
- Moskau**, Soc. Impér. d. Naturalistes: Bull. 1890—1893.
- München**, Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol.: Sitz.-Ber. VII—IX, 2. — Medizin.-Klin. Institut: — Aerztl. Ver.: Sitz.-Ber. I. II. — Wochenschr. f. Tierheilk. 1891—1893, 45.
- Münster i/W.**, Westf. Provinzialver. f. Wissensch. u. Kunst: Jahresber. 1889—1891.
- Neapel**, Zoolog. Station: Mitteil. IX, 3 — XI, 2.
- Neuchâtel**, Soc. d. Sciences Natur.: Bull. XVII—XX.
- New South Wales** s. Sidney.
- New-York**, Acad. of Sciences: Annals V, 4—8 and Extra 1—3. VI, 1—6. VII, 1—5; Transact. IX. X, 2—8. XI, 1—5.
- Nürnberg**, Medizin. Gesellsch. u. Poliklinik: Jahresber. 1890—1892. — Naturhist. Gesellsch.: Jahresber. 1890—1892; Abhandl. IX. X, 1. — Aerztl. Lokalver.: Sitz.-Protokolle 1890. 1891. —

- German. Museum: Anz. 1891. 1892; Mitteil. 1891. 1892;
Katal. d. Holzstöcke I.
- Odessa**, Soc. d. Naturalistes de la Nouv. Russie: Mém. XV, 2 — XVII, 3.
(Math.) XII—XIV.
- Offenbach**, Ver. f. Naturk.: Ber. XXIX—XXXII.
- Osnabrück**, Naturwissenschaftl. Ver.: Jahresber. VIII. IX.
- Palermo**, Circolo mat.: Rendic. VI. VII, 1—5. — *Gazzetta Chim. Ital*
s. Rom.
- Paris**, Soc. de Biol.: Compt. rend. et Mém. 1892—1893, 37. — Soc.
Linnéenne: Bull. 137. 139. 140. — Soc. Zool. de France:
Bull. XVI. XVII, 1—8. XVIII, 4.
- Passau**, Naturhist. Ver.:
- St. Paul**, Geol. and Natur. Hist. Survey of Minnesota: Bull. VI—VIII.
- Peoria**, Illinois State Laboratory of Natur. Hist.:
- Perugia**, Accad. Med.-Chirurg.: Atti e Rendic. II, 3—V, 3.
- St. Petersburg**, Acad. Impér. d. Sciences: — Hortus Petropolitanus:
Acta XII, 1. 2. — Soc. d. Naturalistes: Travaux XXI. XXII, 1.
XXIII; Sect. de Botan. XXI—XXIII; Sect. de Géol. XXI, 1,
XXII, 2; Sect. de Zool. XXI, 2 — XXIII.
- Philadelphia**, Acad. of Natur. Sciences: Proceed. 1890, 2 — 1893, 1. —
College of Physicians: Transact. III Ser. XI—XIV. —
Wagner Institute of Sciences: Transact. III, 2. — Americ.
Philos. Soc.: Proceed. 133—140; List of Members 1892.
- Pisa**, Scuola Normale Super.: Annali (Scienze fis. e mat.) VIII. X. XII. —
Soc. Tosc. di Scienze Natur.: Atti VII, 235—246.
- Prag**, K. Böhm. Gesellsch. d. Wissensch.: Abhandl. VII F. III; Jahres-
ber. 1890—1892; Sitz.-Ber. 1890, 2. 1891. 1892. — Lese- u.
Redehalle d. Deutschen Studenten: Ber. 1891. 1892.
- Regensburg**, Naturwissenschaftl. Ver.: Ber. III.
- Riga**, Naturforscher-Ver.: Arbeiten VII; Correspondenzbl. 34—36.
- Rio de Janeiro**, Museu Nacional:
- Rochester**, Acad. of Sciences: Proceed. I. II, 1. 2.
- Rom**, Accad. dei Lincei: Atti IV. Ser. VII. V. Ser. (Sc. fis.) I—II Sem.
2, 11; Rendic. dell' adunanza 5. VI. 1892. — *Gazzetta Chim.*
Ital. XXI—XXIII, 11.
- Salem**, Essex Institute: Bull. XXII—XXV, 3; Sermon preached by Rev.
E. Willson. March 5, 1893. — Peabody Acad. of Science:
Mem. I, 2—6; Naturalist I, 1—7. 10—12.
- San Francisco**, California Acad. of Sciences: Proceed. III; Papers III. IV.
- Santiago**, Soc. Scientif. du Chili: Actes II, 1—3. III, 1. 2. — Deutscher
Naturwissenschaftl. Ver.: Verhandl. II, 3—6.
- Sidney**, Technological Museum:
- Sondershausen**, Irmischia:

- Stockholm**, K. Svenska Vetenskaps Akad.: Bihang XIV—XVIII; Öfversigt XLVI—XLIX; Handlingar XXII—XXIV.
- Stuttgart**, Ver. f. vaterländ. Naturk.: Jahreshefte XLVII—XLIX.
- Thorn**, Copernicus-Ver. f. Wissensch. u. Kunst: Mitteil. VII. VIII.
- Tokio**, Mediz. Fakult. d. K. Japan. Univ.: Mitteil. I, 3—5. II, 1.
- Toulouse**, Acad. d. Sciences etc.: Mém. IX. Sér. II—IV.
- Triest**, Museo Civico: — Soc. Adriat. di Scienze Natur.: Boll. XIII. XIV.
- Ulm**, Ver. f. Math. u. Naturwissensch.: Jahreshefte IV. V.
- Utrecht**, Provinciaal Genootsch v. Kunsten en Wetensch.: Versl. 1890—1892.
- Washington**, National Acad. of Sciences: Mem. I. V. — Smithsonian Institution: Rep. 1888—1890. — Surgeon-Generals Office: Index-Cat. XII. XIII.
- Wernigerode**, Naturwissenschaftl. Ver. d. Harzes: Schriften V—VII.
- Wien**, Akad. d. Wissensch.: Sitz.-Ber. (Math.-Naturw. Kl.) Abt. II A, XCVII, 4—CI. Abt. II B, XCVIII, 4—CI. Abt. III, XCVIII, 5. — CI. — Zool.-Botan. Gesellsch.: Verhandl. XL, 4—XLIII, 2. — Naturhist. Hofmuseum: Annalen V, 3—VIII, 2. — Geol. Reichsanst.: Jahrb. XL—XLIII, 1; Verhandl. 1890, 14—1893, 10. — Naturwissenschaftl. Ver. an d. Univ.: Mitteil. 1892|93. — Ver. z. Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse XXXI—XXXIII.
- Wiesbaden**, Nassauischer Ver. f. Naturk.: Jahrb. XLIV—XLVI.
- Wisconsin**, Natur. Hist. Soc.:
- Würzburg**, Phys.-Med. Gesellsch.: Sitz.-Ber. 1890—1892; Verhandl. XXIV—XXVI.
- Zwickau**, Ver. f. Naturk.: Jahresber. 1890. 1891.
- Zürich**, Naturforsch. Gesellsch.: Neujaarsbl. 1892. 1893; Vierteljahrschr. XXXV, 3—XXXVIII, 2.

B) als Geschenk.

- Cornely, A.**, Unterss. üb. Involutor. Gleichungssysteme. Gött. 1892.
- Fick, A.**, Die stetige Raumerfüllung durch Masse. Ueb. d. Dikrotismus des Pulses. Sep.-Abdr.
- Geinitz, H. B.**, Nachträgl. Mitteil. üb. d. rothen und bunten Mergel d. oberen Dryas bei Manchester, Sep.-Abdr.
- Hasse, K. E.**, Erinnerungen aus meinem Leben. Als Ms. gedruckt. Braunschweig 1893.
- Kloos**, Üb. d. geol. Verhältnisse d. Untergrundes d. Städte Braunschweig u. Wolfenbüttel. Braunschweig 1891.
- Klostermann, R.**, D. Schutz d. Erfindungen. Votr. Sep.-Abdr. Berl. 1888.
- Krazer, A., & Prym, F.**, Neue Grundlagen einer Theorie d. allg. Thetafunktionen. Leipzig 1892.

- List of the Fellows, Members . . . of the R. College of Physicians.**
London 1893.
- Noether, M.,** [Anzeige von:] Poincaré, Sur le problème des trois corps.
Sep.-Abdr.
- Patentgesetz, D. Deutsche,** v. 7. Apr. 1891 sowie Gesetz betr. d.
Schutz v. Gebrauchsmustern. Sep.-Abdr.
- Prym, F.,** Üb. orthogonale, involutor. u. orthogonal.-involutor. Sub-
stitutionen. Sep.-Abdr.
- Record, The Pacific.** Medicine and Surgery. VIII, 3. San Francisco.
- Revista Argentina de Hist. Natur.** dir. por Ameghino. I, 1—6. Buenos
Aires 1891.
- Rogel, F.,** Zur Theorie d. höh. Integrale. Arithmet. Relationen. Sep.-Abdr.
- Rost, G.,** Unters. üb. d. allgemeinste lineare Substitution. Leipz. 1892.
- Sandberger, F. v.,** Mineralien aus d. Fichtelgebirge. Nocerinähnl.
Mineral v. Arendal. Geol. Skizze d. Umgebung v. Würz-
burg. Üb. d. pleistocänen Kalktuffe d. fränk. Alb. Sep.-Abdr.
- Sonderegger, L.,** Vorposten d. Gesundheitspflege. 4. A. Berlin 1892.
- Studies, University.** Publ. by the Univ. of Nebraska. I, 4. Lincoln,
Nebr. 1892.
- Tuberkulosis.** Reprints of 3 editorials regarding the Priority.
- Verhandlungen d. Allg. D. Bäderverbandes.** Hrsg. v. F. C. Müller
u. J. H. F. Kraner. I, 1892. München.
- Vogel, E.,** The atomic weights are, under atmospheric pressure, not
identical with the specific gravities. (Alameda 1893).
- Wools, W.,** Plants indigenous and naturalised in the Neighbourhood
of Sydney. Sydney 1891.
- Yandell, D. W.,** Pioneer Surgery in Kentucky. Louisville 1890.

S i t z u n g e n.

Die physikalisch-medizinische Societät hielt vom 1. Mai 1891 bis zum 1. November 1893 18 Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in den nachstehenden Sitzungsberichten niedergelegt ist.

Verzeichniss der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 12. V. 1891.

Blanckenhorn: Entwicklungsreihen von Süßwasserschnecken in slavonischen und syrischen Tertiärablagerungen.

Besthorn: Ueber die Darstellung von Anilido- und Oxyderivaten der Akridine aus organischen Säuren und Diphenylmetaphenylendiamin sowie von Oxyakridinen aus organischen Säuren und Oxydiphenylamin.

Sitzung am 8. VI. 1891.

H. Ebert: Ueber die Mondphotographien der Lick-Sternwarte, mit Demonstrationen.

Nöther: Neue Einsicht in die Mechanik des Himmels.

Rosenthal: Calorimetrische Untersuchungen über das Fieber.

Sitzung am 13. VII. 1891.

Kiesselbach: Demonstration eines Apparates zur Erklärung der Verhältnisse bei der Knochenleitung beim gesunden und kranken Menschen.

O. Schulz: Ueber Wirkung und Schicksal des sog. Saccharins im Organismus.

Selenka: Ueber die Ernährung des Eilings der Säugetiere.

Sitzung am 27. VII. 1891.

Oebbeke: Ueber den Granit des Eprechtsteines und die in demselben vorkommenden Mineralien.

E. Wiedemann: Kleine Mitteilungen.

a) Ein von Ibn Al Haitham gelöstes arithmetisches Problem.

b) Elektromotorische Kräfte in festen Salzen.

c) Ueber die Lage der Absorptionsstreifen in verschiedenen Lösungsmitteln.

Röse (als Gast): Ueber die Zahnentwicklung beim Menschen.

C. Paal: Zur Kenntnis der Indazole.

Sitzung am 16. XI. 1891.

- E. Wiedemann: Ueber H. von Helmholtz.
A. von Zenker: Ueber Virchow.

Sitzung am 14. XII. 1891.

- E. Wiedemann: Ueber elektrische Entladungen.
O. Schulz: Die saure Reaktion des frischen und des totenstarren Muskels.

Sitzung am 11. I. 1892.

- O. Schulz: Kurze Mitteilung über die chemische Zusammensetzung einer Fettgeschwulst.
I. Rosenthal: Kurze Mitteilung über einen Apparat zur Gasanalyse.
A. Fleischmann: Das Modellieren beim entwicklungsgeschichtlichen Unterricht.

Sitzung am 8. II. 1892.

- E. Wiedemann: Ueber Entladungen.
M. Busch: Ueber eine Synthese von β -Phendihydrotriazinen.
W. Kiesselbach: Ueber Sprachstörungen.

Sitzung am 7. III. 1892.

- I. Rosenthal: Weiteres über Calorimetrie.
Selenka: Entwicklung des Vampyr.
C. Paal: Moleculargrösse der Peptone.

Sitzung am 20. VI. 1892.

- O. Fischer: Farbstoffe der Indulinreihe mit Demonstrationen.
Th. Bokorny: Ueber Kohlensäureassimilation.
A. Fleischmann: Der einheitliche Stil der Placentarbildung bei Nagetieren.

Sitzung am 11. VII. 1892.

- W. Kiesselbach: Zur Einwirkung des galvanischen Stromes auf Seh- und Geschmacksnerven.
M. Busch: Ueber β -Phentriazine.
A. Hilger: a) Ueber den gelben Farbstoff der Ringelblume.
b) Ueber die Bildung des Coffein.
C. Paal: Ueber die Bedeutung des o-Nitrobenzylchlorids für die organische Synthese.

Sitzung am 12. XII. 1892.

- C. Paal: Ueber eine neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure.
O. Fischer: Ueber A. W. von Hoffmann.

Sitzung am 16. I. 1893.

Oebbke: Ein für Bayern neues Mineralvorkommen: Topas vom Epprechtstein im Fichtelgebirge.

I. Rosenthal: Bestimmung der Atmungsprodukte und Calorimetrie.

Sitzung am 13. II. 1893.

E. Wiedemann: Ueber Werner von Siemens.

E. Beckmann: Die verschiedenfarbigen Lösungen des Jod.

Sitzung am 6. III. 1893.

Hauser: Zur Vererbung der Tuberkulose.

O. Schulz: a) Ein Fütterungsversuch mit C. Paal'schem Glutinpepton.

b) Das Verhalten des C. Paal'schen Glutinpeptons in der Blutbahn.

Sitzung am 8. V. 1893.

C. Paal: Die Umwandlung des Thiocumacins in Thiochinazoline.

Oebbke: Ein neuer Fund des Topas im Fichtelgebirge.

Sitzung am 12. VI. 1893.

M. Blanckenhorn: Die Entstehung des roten Meeres.

Sitzung am 17. VII. 1893.

I. Rosenthal: Der gegenwärtige Stand der Cholerafrage.

I n h a l t.

	Seite
Schwalbach, G.: Ueber die chemische Zusammensetzung des Lipoms	1
Fromme, Joh.: Zur Kenntniss eines thüringischen Amphibol-Granitit und über das Vorkommen der Neubildungen in demselben, ins- besondere einiger Zeolithe	27
Wiedemann, E.: Hermann von Helmholtz. Rede zur Feier seines 70. Geburtstages	54
Wiedemann, E.: Werner von Siemens. Gedächtnisrede	68
Stock, A.: Ueber die verschiedenfarbigen Lösungen des Jods. Mit- geteilt von E. Beckmann	82
Paal, C.: Ueber eine neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure	90
Westermayer, E.: Zur Vererbung der Tuberkulose	94
Heubach, Fr.: Ueber Infusionen von C. Paal'schem salzsauren Glu- tinpepton in die Blutbahn	98
Knoblauch, O.: Ueber die Fluorescenz von Lösungen	146



Ueber die chemische Zusammensetzung des Lipoms.

Von G. Schwalbach.

Am 4. Mai 1891 wurde in der Erlanger Frauenklinik eine Frau von einem Lipom befreit, das angesichts seiner ausserordentlichen Grösse und Schwere — es wog 56 Pfund — sowie deswegen, weil es in diagnostischer Beziehung viel Interessantes bot, einer eingehenderen Bearbeitung vom klinischen Standpunkt aus wert erschien. W. Mejer übernahm diese Aufgabe und machte die Geschwulst zum Gegenstand seiner Dissertation¹⁾, auf welche ich bezüglich aller klinischen Details des eigenartigen Falles hier verweisen möchte. Gleichzeitig aber gab die Operation des Lipoms, indem sie eine Fülle ganz homogenen Materials zu Tage förderte, Gelegenheit zur chemischen Untersuchung des Fettgewebes. In der nachfolgenden Arbeit, die auf Anregung von Herrn Professor Dr. J. Rosenthal und Herrn Dr. O. Schulz, Assistenten am physiologischen Institute zu Erlangen, unternommen wurde, habe ich die Aufgabe, die chemische Zusammensetzung des Tumors zu ermitteln, zu lösen versucht.

Auf Literaturangaben, welche über derartige Geschwülste in der angegebenen Richtung Mitteilungen brächten, bin ich nur bezüglich eines Punktes imstande zu verweisen und werde darauf weiter unten zurückkommen.

Den Hauptteil der folgenden Untersuchungen machten die Analysen der Fette aus. Man möge mir daher gestatten, mit wenigen Worten an die Entwicklung unserer Kenntnis von der Natur der Fette zu erinnern. Wie neu dieselbe noch ist, geht daraus hervor, dass man erst im Jahre 1779 hinsichtlich der Konstitution der Fette aufgeklärt wurde. Scheele entdeckte in diesem Jahre bei der Bereitung von Bleipflaster das Glyzerin oder,

1) W. Mejer, Über einen Fall von retroperitonealem Lipom. Inaug.-Diss. Erlangen 91.

wie er es nannte, *principium dulce oleorum*. Unter den späteren Forschern, welche dieses Gebiet der Chemie erfolgreich bearbeiteten, nimmt Chevreul den vornehmsten Platz ein. Seine Arbeiten sind die Grundlage aller folgenden Untersuchungen geworden. In den *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale* (1810—1823) hat er die Ergebnisse seiner Forschung niedergelegt. Nach ihm sind wir besonders durch Berthelot und Heintz über das Wesen der Fette des genaueren belehrt worden; ersterer beschäftigte sich viel mit der „Synthese der Fette aus den fetten Säuren und dem Glyzerin“¹⁾; letzterer hat durch die Verbesserung der Untersuchungsmethoden²⁾ der Chemie grosse Dienste geleistet. Gottlieb³⁾, v. Oudemann⁴⁾ und von der Recke⁵⁾ sind ferner vor anderen⁶⁾ als hervorragend auf diesem Gebiete zu nennen.

Die Untersuchungen von Chevreul und seinen ersten Nachfolgern geben uns fast nur qualitative Analysen über die Fette; über Menschenfett im besonderen wird sehr wenig berichtet. Erst in der allerneuesten Zeit hat man auch hierüber mehr gearbeitet. So erwähnt Lebedeff in seinen Untersuchungen über die Ernährung mit Fett⁷⁾ auch die Analyse eines Lipoms. Seine Angaben sind folgende:

„Gesamtgewicht 415 gr, trockner Rest und Wasser 45 gr. Das Lipomfett ist fast farblos, bei der gewöhnlichen Temperatur halbflüssig. Die Zusammensetzung der Fettsäuren war:

1) 66,7 %	} Oleinsäure	1) 28,7 %	} Palmitin- und
2) 67,2 %		2) 27,8 %	

Wenn ich die Angaben Lebedeffs fast vollständig citire, so liegt dies daran, dass es die einzige Untersuchung über Lipomfett

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 88 u. 92.

2) Journal für prakt. Chemie, Bd. 66.

3) Annal. der Chemie u. Pharmacie, Bd. 57.

4) Zeitschrift für Chemie, Bd. 3.

5) Zeitschrift für Fresenius, Beiträge zur Kenntniss der Verseifung der Fette, Bd. 19 p. 291.

6) z. B. Hoffmann, Beitr. zur Anat. u. Physiol. Festgabe für Ludwig 1875.

E. Schulze u. A. Reinecke, Landwirtschaftl. Versuchstationen 9.

7) Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 6, 139—154.

ist, die ich habe auffinden können; ferner gestatten diese Daten einen Vergleich mit den von uns erhaltenen Ergebnissen.

Bevor ich zum experimentellen Teil der Arbeit übergehe, seien zur Erleichterung des Verständnisses und der Beurteilung meiner analytischen Befunde einige kurze Angaben über die Beschaffenheit des Lipoms vorausgeschickt.

Der Bau des Tumors war der einer gewöhnlichen Fettgeschwulst; er zeigte nur insofern eine Besonderheit, als das reine Fettgewebe in dem Maasse überwog, dass von bindegewebigen Bestandteilen und Gefässen makroskopisch wenig mehr zu erkennen war. Auf dem Durchschnitt erschien er glatt; seine Farbe war graugelb bis wachsgelb; beim Betasten hinterliess er das Gefühl von Elastizität und Fluktuation. Die mikroskopische Untersuchung entsprach dem makroskopischen Befunde. Man bemerkte grosse ovale bis runde Fettzellen, zwischen denen die spärliche Inter-cellularsubstanz als lockeres Bindegewebe — bei Aneinanderlagerung dreier Zellen als sternförmige Zellen — hervortraten. Die Geschwulst war also ein lipoma molle.

Der ganze Tumor wurde zur Konservirung in etwa 40 % Alkohol aufbewahrt. Vierzehn Tage nach der Operation erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. Dr. v. Zencker ein 1000 gr schweres Stück zur Verarbeitung. Für die Überlassung des Materials sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. v. Zencker meinen verbindlichsten Dank hier auszusprechen. Ich liess das Stück, das ziemlich aus der Mitte der Geschwulstmasse herausgeschnitten war, bis zur Inangriffnahme der zweiten Probe, d. i. bis zum 27. Mai, in 40 % Alkohol liegen. Von diesem Tage an bis zur völligen Fertigstellung aller Proben d. i. bis zur Beendigung des I. Teils der analytischen Aufarbeitung wurde die Masse ohne Zusatz eines Konservierungsmittels in einem bedeckten Becherglase im Keller aufbewahrt. Ich erwähne diesen Umstand deshalb, weil er dadurch, dass eine, wenn auch geringe Verdunstung von Wasser an der Oberfläche der Fettmasse stattfinden konnte, das Ergebnis des I. Teiles der Untersuchung beeinflusst zu haben scheint. Inanbetracht der voraufgehenden Aufbewahrung in verdünntem Alkohol, dessen Einwirkung zuerst das ganze Lipom und dann — für kurze Zeit — das verarbeitete Stück ausgesetzt gewesen war, wird man vielleicht einwerfen, dass der Alkohol gewisse Substanzen aus dem Fettgewebe extrahirt habe und dass dadurch

die analytischen Resultate modifiziert worden seien. Als solche Substanzen könnten hier nur die freien Fettsäuren in Frage kommen. Aber die Palmitin-, Stearin- und Ölsäure sind in so stark gewässertem Alkohol sehr wenig löslich, und ferner ist es wohl auszuschliessen, dass diese Konservierungsflüssigkeit, von welcher die Fettmasse nur schwer benetzt wurde, weiter als bis in die oberflächlichen Schichten der kompakten Geschwulststücke eingedrungen sei.

Experimenteller Teil.

I¹⁾.

Zusammensetzung des Lipoms, sein Gehalt an Wasser, Fett und Bindegewebe.

Das etwa 1 kgr schwere Stück präparierte ich von Anhängen und aufgelagertem Bindegewebe frei, so dass es allseitig eine verhältnismässig glatte gleichmässig gelbe Oberfläche darbot. Von der gesäuberten Fettmasse, die makroskopisch völlig gleichartig erschien, entnahm ich zunächst fünf einzelne Stücke im Gewicht von 68 gr, 68,8 gr, 90,5 gr, 407 gr und 5,895 gr. Der Rest diente zum Teil zur histologischen Untersuchung, zum Teil wurde er später gleichfalls zur Analyse verwendet. Die fünf ersten Proben und, nach Beendigung der ersten analytischen Bestimmungen aus denselben, d. h. nach zwei und einer halben Woche, auch die sechste wurden folgendermaassen verarbeitet:

Ich zerkleinerte das betreffende Stück grob mit der Scheere, brachte es in eine gewogene Porzellanschale und mit dieser in einen Trockenschrank, der allmählich angewärmt und schliesslich eine Stunde lang auf einer Temperatur von 110° bis 115° C. gehalten wurde. Die vier grösseren Proben liess ich im Trocken-

1) Allgemein benutzt für I u. III: Benedikt, Analyse der Fette u. Wachsarten.

schränk, die Probe von 5,895 gr wie auch später die von 6,2 gr im Exsiccator erkalten. Aus dem bei der jetzt vorgenommenen Wägung sich ergebenden Gewichtsverluste fand ich den Wassergehalt der betreffenden Probe.

Bei den grösseren Proben wurde der Trockenrückstand dann bis zum Schmelzen des wiedererstarrten Fettes erwärmt und das flüssige ganz klare Fett abgegossen. Der übrigbleibende Teil, das noch fetthaltige geschrumpfte Bindegewebe wurde im Mörser zerrieben und in einem vereinfachten, dem Drechsel'schen nachgebildeten Extraktionsapparate¹⁾ mit Aether erschöpft. Hierauf wurde auf dem Wasserbade der Aether aus dem Aetherextrakte verjagt und das rückständige Fett mit dem vorher abgegossenen vereinigt, die gesamte Fettmenge noch einmal bei 110—115° C. getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Bei den kleineren Proben von 5,895 gr und 6,2 gr spülte ich den von Wasser befreiten Trockenrückstand aus dem Schälchen direkt mit Aether auf das im Extraktionsapparat befindliche Filter.

Die Extraktion nahm ungefähr eine halbe Stunde bis eine Stunde in Anspruch. Nach Vollendung derselben blieb der Apparat einige Stunden oder über Nacht stehen, dann wurde das entfettete Bindegewebe aus dem Apparate herausgenommen, aus der lufttrocknen Patrone auf ein Uhrglas geschüttet, im Trockenschranke bei 105° getrocknet und gewogen.

Ehe ich die Resultate der Analyse anführe, mag hier noch eine kurze Bemerkung über die Beschaffenheit der gewonnenen Substanzen Platz finden. Das bei 35° flüssig bleibende Fett, das ganz geruchlos war, glich in seiner Farbe dem Olivenöl. Nach

1) Der Extraktionsapparat bestand aus einem etwa $\frac{3}{4}$ Liter fassenden Rundkolben, einem Sendtner'schen Kugelkühler und einer 2 cm im Durchmesser weiten, sich unten verjüngenden Glasröhre mit angeschmolzenem Seitenrohre. Das doppelt gebogene enge Seitenröhrchen, welches den abfliessenden Aether in den Kolben zurückführt, wie es am Soxhlet'schen Apparate angebracht ist, fehlte. Der Aether floss aus der unteren 1 cm weiten Oeffnung in den Kolben zurück. Um den Aether in dem Extraktionsraume während der Dauer des Versuches aufzustauen, brauchte ich die Abflussöffnung nur lose mit einem passenden Fliesspapierpfropf zu verstopfen. Die Substanz wurde, um keinen Verlust zu erleiden, in einer Patrone von Fliesspapier resp. bei den kleinen Proben in dem Filter selbst in die Röhre gebracht.

dem Erstarren, — die Temperatur des Laboratoriums schwankte zwischen 15° und 20° — hatte es das Aussehen, welches das genannte Oel bei grosser Kälte zeigt.

Das entfettete und getrocknete Bindegewebe bildete nach dem Zerreiben im Mörser ein gelblichbraunes amorphes Pulver, an dem ein ausgesprochen angenehmer Geruch nach frischem süssen Gebäck auffiel.

Die Wägungen ergaben folgende Zusammensetzung der einzelnen Lipomproben:

Datum der Verarbeitung	Nr. der Probe	Gewicht der Probe	Gewicht des Wassers, durch Verlust bestimmt	Gewicht des Fettes	Gewicht des Bindegewebes
		gr	gr	gr	gr
20. V.	I	68	16,0	50,4	1,3
27. V.	II	68,8	15,8	51,2	1,55
1. VI.	III	90,5	18,9	69,6	1,8
2. VI.	IV	407,0	84,0	312,8	9,1
5. VI.	V	5,895	1,034	4,481	0,207
16. VI.	VI	6,200	0,610 ¹⁾	5,340	0,125

Aus diesen Zahlen berechnet sich folgende prozentische Zusammensetzung der untersuchten Stücke:

	%	%	%
I	23,53	74,11	1,91
II	22,96	74,42	2,25
III	20,88	76,96	1,99
IV	20,63	76,86	2,24
V	17,54	76,01	3,51
VI	9,84 ¹⁾	86,13	2,02.

Vergleichen wir die für das Wasser und das Fett gefundenen Werte, so sehen wir, dass mit der Länge der Zeit der Wassergehalt stets ab- und der Fettgehalt stets zugenommen hat; ganz besonders tritt dies bei der zuletzt in Arbeit genommenen Probe von 6,2 gr hervor. Hier war allerdings auch ein bedeutend differirendes Resultat zu erwarten; denn das kleine Stück wurde

1) nur bei 90° getrocknet.

neunzehn Tage lang bei mässig beschränktem Luftzutritt in einem lose bedeckten Becherglase aufbewahrt und war so einer grossen Wasserverdunstung unterworfen. Bei dem festzustellenden Mittelwerte müssen wir deshalb von dieser Probe absehen und nur die ersten fünf berücksichtigen. Aus diesen ergibt sich für den Gehalt an Fett 75,67 %.

Um für den Wassergehalt einen Mittelwert zu finden, darf man nur die bei den Proben I—IV gefundenen Zahlen in Betracht ziehen; bei den kleinen, in der V. und VI. Analyse verarbeiteten Stücken waren infolge längern Aufbewahrens und der verhältnismässig stärkeren Wasserverdunstung von der Oberfläche aus schon erhebliche Wasserverluste eingetreten, ehe ihr Wassergehalt bestimmt wurde. Als Mittelwert ergibt sich aus den vier ersten Analysen ein Gehalt von 22 % Wasser. Das frische Lipom ist höchst wahrscheinlich noch etwas wasserreicher gewesen, da, wie man annehmen muss, aus den oberflächlichen Schichten der Fettmasse nach ihrer Entfernung aus dem Körper Flüssigkeit ausgesickert ist.

Die für das getrocknete Bindegewebe erhaltenen Werte mit den für Wasser und Fett gefundenen in Verbindung zu bringen, und daraus in gleicher Weise einen Durchschnittsgehalt an dem ersteren abzuleiten, ist bei der Beschaffenheit des Lipoms ohne Einschränkung nicht statthaft, sofern das zwischen den Lappchen der Fettgeschwulst gelegene Bindegewebe nicht gleichmässig verteilt vorkommt. Aus letzterem Umstande erklärt sich auch der abweichende Prozentsatz von Bindegewebe in Probe V gegenüber den bei I—IV und VI erhaltenen Zahlen. Die grösste analytische Probe Nr. IV, die 407 gr wog, enthielt 2,24 % trocknes Bindegewebe, und man kann wohl annehmen, dass dieser Wert den mittleren Gehalt des Lipoms an Bindegewebe nahezu richtig angibt.

Fasst man das Resultat der sechs Analysen zusammen, so ist die Zusammensetzung des untersuchten Lipoms, in abgerundeten Zahlen angegeben, folgende:

22 % Wasser,
75,75 % Fett,
2,25 % Bindegewebe.

II.

Untersuchung des Bindegewebes des Lipoms.

Eine genauere Untersuchung des Bindegewebes lag nicht im Plane meiner Arbeit; zudem war ich wegen der geringen Menge des Materials nicht imstande, eine Abtrennung aller zur Zeit als Bindegewebsbestandteile unterschiedenen Körper auszuführen. Ich habe mich daher auf einige qualitative Prüfungen der vorliegenden Substanz beschränkt.

Wie bekannt ¹⁾, unterscheidet man im Bindegewebe 1) die leimgebende Substanz oder das Kollagen, welche den wesentlichsten Bestandteil der Bindegewebsfibrillen bildet, 2) die Kittsubstanz zwischen den Fibrillen, durch Kalk- und Barytwasser extrahierbar; das Extrakt enthält Mucin, das durch überschüssige Essigsäure ausgefällt werden kann, 3) Einlagerungen von schwefelfreiem Elastin in bald grösserer bald geringerer Menge und 4) die Zellkörper mit ihren gewöhnlichen, hauptsächlich eiweissartigen Elementen (Serumalbumin und Serumglobulin).

Auf Elastin habe ich das vorliegende Bindegewebe nicht untersucht, ebensowenig auf Mucin. Die eiweissartigen Elemente liessen sich in dem getrockneten, entfetteten und fein gepulverten Material durch folgende Reaktionen nachweisen:

Konzentrierte Salzsäure, in welcher sich beim Erhitzen der grösste Teil des Pulvers löste, erzeugte eine violettblaue Lösung. Salpetersäure nahm beim Kochen gleichfalls den grössten Teil auf und lieferte eine hellgelbe Lösung, welche sich auf Zusatz von Kali- oder Natronlauge braun- bis rotgelb färbte (Xanthoproteinsäurereaktion). Die Lösung in heissem Eisessig wurde nach Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure intensiv violettrot (Adamkiewicz's Reaktion). Beim Digeriren mit Kalilauge löste sich die Substanz bis auf einen geringen Rest, der in der Lauge aufquoll; die filtrirte klare Lösung gab rotviolette Biuretreaktion.

Dass Kollagen der Hauptbestandteil des getrockneten Bindegewebes sei, liess sich daraus erkennen, dass die Substanz bei etwa halbstündigem Kochen mit verdünnten Mineralsäuren eine Lösung lieferte, in welcher Gerbsäure einen sehr voluminösen,

1) Hermann, Lehrbuch der Physiologie pag. 168 (nach Kühne).

allmählich zäh und klebrig werdenden Niederschlag ganz so, wie dies bei Leimlösungen der Fall ist, hervorrief; es war also aus Kollagen Glutin entstanden. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure bewirkten diese Umwandlungen glatt; beim Kochen mit verdünnter Salpetersäure traten weitergehende Zersetzungen ein, es entwickelte sich salpetrige Säure, auch wenn die angewendete Salpetersäure vorher gründlich ausgekocht war.

Da die leimgebende Substanz in gewissen Organteilen als Begleiter der für den echten Knorpel charakteristischen Chondroitinverbindungen angetroffen wird, so zwar, dass dieses Verhältnis einen genetischen Zusammenhang beider Arten von Verbindungen anzudeuten scheint, so liegt die Vermutung nahe, dass umgekehrt im Bindegewebe neben vorwiegend kollagenen auch chondrigene Substanzen vorkommen. Es schien mir daher der Versuch angezeigt, ob sich aus dem getrockneten Bindegewebe des Lipoms auf dem kürzlich von Schmiedeberg angegebenen Wege ein Kupferoxyd reduzierendes Spaltungsprodukt werde gewinnen lassen.

Reines Kollagen liefert beim Kochen mit Salzsäure keine zuckerähnliche, Kupferoxyd reduzierende Substanz; aus Chondrigen (Chondrin) entsteht Chondroglykose, oder genauer nach Schmiedeberg¹⁾, der durch seine neuesten Untersuchungen auf diesem Gebiete Klarheit geschaffen hat, aus dem in Form einer Aetherschwefelsäure auftretenden, einen Hauptbestandteil des Knorpels ausmachenden Chondroitin $C_{18}H_{27}NO_{14}$ entsteht Chondrosin $C_{12}H_{21}NO_{11}$, das rechts dreht und Kupferoxyd sogar stärker reduziert als Traubenzucker. Dem Verfahren Schmiedeberg's folgend überliess ich 1 gr Bindesubstanz, nachdem sie mit 0,3 % Salzsäure und einer aus der Schleimhaut eines Schweinemagens frisch bereiteten Pepsinlösung versetzt war, bei einer Temperatur von 37° C. ungefähr 36 Stunden lang der Verdauung. Nur ein ganz kleiner Teil blieb ungelöst, ein Beweis für den vorwiegenden Gehalt der Substanzen an Eiweiss und Kollagen; die abfiltrirte klare Lösung lieferte mit Salzsäure + Phosphorwolframsäure starken Niederschlag. Der vom Filter abgespülte Rückstand wurde wiederholt mit Wasser aufgerührt und dies Verfahren so lange fortgesetzt, bis die abgossene Waschflüssigkeit bei der Biuretprobe keine

1) Schmiedeberg, Archiv für experiment. Pharmakologie u. Pathologie, Februarheft 1891.

Reaktion auf Pepton mehr gab. Die so gereinigte Masse überschichtete ich in einem Kölbchen mit 3 % Salpetersäure und erhitze sie zwei bis drei Stunden auf dem Wasserbade. Nach dem Erkalten filtrirte ich und prüfte das Filtrat mit Natronlauge und verdünnter Kupfersulfat- sowie mit Fehling'scher Lösung auf reduzierende Substanzen: das Ergebnis war zunächst negativ. Schmiedeberg hat in seiner oben citirten Arbeit hervorgehoben, dass er bei der Spaltung des Chondroitins grade durch Anwendung von Salpetersäure glatt zum Ziele gelangt sei. Man wird sich aber sagen müssen, dass in anderen Fällen die Salpetersäure als spaltendes Agens leicht weitergehende Oxydationen herbeiführen kann. Dies Bedenken veranlasste mich, einen zweiten Versuch mit der Bindegewebssubstanz anzustellen und dieselbe statt mit Salpetersäure mit verdünnter Schwefelsäure zu behandeln.

1 gr Bindegewebe wurde, mit Uebergang der vorbereitenden Pepsin-Verdauung, in einem Kölbchen mit 30 ccm 6 % Schwefelsäure überschichtet, auf der Flamme bis zum Kochen und dann auf dem Wasserbade noch 3 Stunden lang erhitzt. Nach dem Erkalten wurde filtrirt, eine Probe mit Natronlauge neutralisiert und Fehling'sche Lösung hinzugefügt. Beim Erhitzen blieb die Flüssigkeit unverändert; erst als dieselbe erkaltet war, bemerkte man einen den Boden des Reagensgläschens bedeckenden gelben Niederschlag von Kupferhydroxydul.

Der Ausfall dieses Versuches veranlasste mich, die Operation mit einem grösseren Quantum zu wiederholen, diese aber jetzt vor der Behandlung mit Schwefelsäure der Verdauung zu unterwerfen. 5 gr Bindegewebe wurden 36 Stunden bei Körpertemperatur mit Pepsin-Salzsäurelösung digerirt, wobei der grössere Teil der Substanz in Lösung ging. Nach Abtrennung der Flüssigkeit wurde der Rückstand durch mehrfaches Kneten und Durchrühren mit Wasser von Albumosen und Peptonen gänzlich befreit, mit 3 % Schwefelsäure übergossen und auf dem Wasserbade etwa eine Stunde erhitzt. Die erkaltete Flüssigkeit wurde filtrirt und das Filtrat auf seine reduzierende Wirkung geprüft. Beim Erwärmen mit Fehling'scher Lösung trat Reduktion ein; jedoch war dieselbe nicht sehr stark und erst allmählich erfolgte eine deutliche Abscheidung von Kupferoxydul bezw. dessen Hydrat. Immerhin bewies der Versuch in der That das Vorhandensein solcher Substanzen im Bindegewebe des Lipoms, welche unter der Einwirkung

verdünnter Mineralsäuren, Kupferoxyd-reduzirende Spaltungsprodukte liefern. Die Menge dieser Substanzen ist allerdings, nach dem Reduktionsvermögen der Spaltungsprodukte zu schliessen, sehr gering.

Leider war es mir aus Materialmangel nicht möglich, durch weitere und im grösseren Maassstabe ausgeführte Versuche zu prüfen, ob meiner Vermutung, dass dem Bindegewebe Chondroitinverbindungen beigesellt seien, irgendwelche Berechtigung zukomme. Dafür, dass aus vorwiegend kollagenen Gewebselementen reduzierende Substanzen abgespalten werden können, spricht übrigens auch eine Beobachtung Mörners, an welche hier erinnert sei: Mörner isolirte aus dem Cornealgewebe, das, dem Knorpelgewebe wahrscheinlich nahe verwandt, jedenfalls als Hauptbestandteil Kollagen enthält, einen schwefelhaltigen mucoiden Körper, aus welchem beim Kochen mit verdünnten Säuren eine Kupferoxyd-reduzirende Substanz hervorging.

III¹⁾.

Analyse des Lipomfettes.

Die aus den verschiedenen Lipomproben gewonnenen Fettmengen waren vereinigt und in einer fest verschlossenen Flasche aufbewahrt worden. Im Laufe der Zeit hatte diese Masse folgendes Aussehen erhalten:

Ein Teil davon war bei Zimmertemperatur flüssig und stellte, nachdem sich das Fett durch Absetzen geklärt hatte, ein klares goldgelb gefärbtes Oel dar; am Boden des Gefässes lag eine fest erscheinende und auch beim Schütteln fest bleibende, mehr weisse Schicht. Erwärmte man das Gefäss langsam bis auf 35°, so schmolz der feste Bodensatz und das Ganze bildete jetzt ein klares Oel, aus dem sich beim Abkühlen wieder ein fest werdender Teil abschied. Ein Geruch war auch jetzt noch nicht aufgetreten. Es ist wohl kaum nötig zu erwähnen, dass diese Beschaffenheit der Substanz mich veranlasste, bei allen folgenden analytischen Be-

1) Die hier in Betracht kommenden publizirten Untersuchungen habe ich, soweit sie schon in der Einleitung angegeben sind, nicht mehr besonders citirt.

stimmungen die erforderlichen Proben erst nach dem Schmelzen und mehrfachen Schütteln der Masse zu entnehmen. Ich begann die Analyse des Fettes mit der Bestimmung der Gesamtfettsäuren, sowohl der freien als auch der als Ester vorhandenen.

1. Verseifung des Fettes. Bestimmung der Gesamtfettsäuren.

Die Spaltung der Fette geschah durch Verseifung mit Alkali und zwar nach dem von Kossel kürzlich angegebenen Verfahren¹⁾. Ich bereitete mir zunächst eine Natriumalkoholatlösung durch Eintragen von 5 gr blanker Natriumschnitzel in 100 ccm absoluten Alkohols. Dann wurde in einem tarirten Kolben eine gewisse Menge Fett (5—16 gr) genau abgewogen, mit ungefähr dem 3—4fachen Volumen absoluten Alkohols übergossen und auf dem Wasserbade erwärmt, bis eine gleichmässige Lösung entstanden war. Jetzt setzte ich auf je 1 gr Fett 2,5—3 ccm Natriumalkoholatlösung hinzu; es kamen also auf je 1 gr Fett 0,12—0,15 gr Natrium in Anwendung. Der Erfolg war überraschend. Aus der alkoholischen Fettlösung entstand in ganz kurzer Zeit eine weisse feste Masse, d. h. die Verseifung trat unmittelbar ein. Um aus dem Seifebrei den Alkohol zu verjagen, wurde der Kolben in schiefer Stellung auf dem Wasserbade bis zum Verschwinden des alkoholischen Geruches erhitzt und die zurückbleibende Seife noch kurze Zeit getrocknet. Diese wurde dann mit einer zur völligen Auflösung genügenden Menge Wassers versetzt. Zur Abtrennung der Fettsäuren fügte ich zu der wässrigen Seifenlösung nach dem von Hehner²⁾ angegebenen Verfahren verdünnte Salzsäure hinzu, bis die Reaktion der Flüssigkeit stark sauer war. Die unlöslichen Fettsäuren schieden sich alsbald in Gestalt weissflockiger Massen an der Oberfläche aus. Durch Erhitzen auf dem Wasserbade wurden dieselben zu einem klaren Oele geschmolzen, wobei die saure Flüssigkeit sich fast völlig klärte. Der ganze Kolbeninhalt wurde nun durch ein gut genässtes Filter, das zuvor bei 110° getrocknet und gewogen war, filtrirt und Kolben wie die jetzt auf dem Filter befindlichen Fettsäuren auf das Sorgsamste mit kochendem Wasser ausgewaschen. Sobald das Filtrat nicht mehr sauer reagierte,

1) Zeitschrift für physiolog. Chemie 1891.

2) Zeitschrift für analyt. Chemie 16. 145.

wurden die auf dem Filter befindlichen geschmolzenen Fettsäuren durch Einsenken des Trichters in kaltes Wasser zum Erstarren gebracht, mit dem Filter aus dem Trichter herausgehoben und in einem gewogenen Bechergläschen bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Auf diese Weise habe ich fünf Analysen ausgeführt und folgende Resultate erhalten:

1. 11,921 gr Fett, mit 30 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 35 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholat verseift, gaben 11,224 gr Fettsäuren = 94,15⁰/₀,

2. 12,582 gr Fett, mit 30 ccm absoluten Alkohols übergossen und mit 30 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholat verseift, gaben 11,676 gr Fettsäuren = 93,52⁰/₀,

3. 15,075 gr Fett, mit 41 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 38 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholatlösung verseift, gaben 14,241 gr Fettsäuren = 94,46⁰/₀,

4. 16,360 gr Fett, mit 45 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 45 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholatlösung verseift, gaben 15,245 gr Fettsäuren = 93,18⁰/₀.

[Die Temperatur des Trockenschrankes stieg hier bis 130°, was vielleicht von Einfluss gewesen ist.]

5. 13,761 gr Fett mit 35 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 35 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholatlösung verseift, gaben 13,041 gr Fettsäuren = 94,76⁰/₀.

Als Mittelwert aus den fünf Analysen ergibt sich für das Lipomfett ein Gehalt von 94⁰/₀ Fettsäuren.

Neben den mit Natriumalkoholat bewirkten Verseifungen wurde des Vergleichs halber eine solche Operation mit alkoholischer Kalilauge ausgeführt. Hierbei zeigten sich sehr deutlich die Vorzüge des Kossel'schen Verfahrens vor der bisher gebräuchlichen Methode; mit Hilfe der alkoholischen Kalilauge gelang es erst durch anhaltendes Kochen eine vollständige Verseifung zu erzielen.

2. Titration der freien Fettsäuren.

Neben den an Glyzerin und eventuell an Cholesterin gebundenen Fettsäuren ist in den Fetten ein Teil derselben als freie Säure vorhanden. Um den Gehalt eines Fettes an diesen zu bestimmen, nimmt man die Titration mit $\frac{1}{1}$ — $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge vor. Man kann zwar aus der Titrirung keineswegs auf die An-

wesenheit der einen oder andern Säure schliessen, sondern nur ermitteln, wieviel von der Base zur Neutralisation aller Säuren notwendig ist.

Das Verfahren von Mayer¹⁾, dem ich hier folge, gestaltet sich folgendermassen:

Man löst eine kleine Menge Fett in dem 6- bis 10fachen Volumen Aether und dem 3- bis 5fachen Volumen Alkohol, setzt einige Tropfen einer alkoholischen Phenolphthaläinlösung hinzu und lässt $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge bis zur bleibenden Rotfärbung hinzufliessen. Auf diese Weise wurden drei Titrationsen ausgeführt:

1. 4,971 gr Fett, gelöst in 30 ccm Aether + 20 ccm Alkohol, erforderten 12,9 ccm $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge.

2. 4,192 gr Fett, gelöst in 25 ccm Aether + 14 ccm Alkohol, erforderten 10,9 ccm $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge.

3. 9,389 gr Fett, gelöst in 50 ccm Aether + 25 ccm Alkohol, erforderten 24,4 ccm $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge.

Alle drei Titrationsen ergaben, die Kubikzentimeter $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge in Gramme von NaOH umgerechnet, und diese wiederum auf 100 gr Fett bezogen, das übereinstimmende Resultat, dass die in 100 gr Lipomfett vorhandenen freien Fettsäuren zu ihrer Neutralisation 1,04 gr NaOH erforderten.

3. Versuche zur quantitativen Bestimmung der freien Fettsäuren.

Die Titration mit $\frac{1}{10}$ Normallauge gab Aufschluss über die Menge Alkali, welche 100 Gewichtsteile des Fettes zu neutralisieren vermochte; keineswegs jedoch darüber, wieviel Gewichtsprocente freier Fettsäuren in dem Fett enthalten seien. Um diese zu ermitteln, versuchte ich die Neutralfette von den Fettsäuren nach folgender Methode²⁾ zu trennen: Die freien Fettsäuren sollten mit $\frac{1}{10}$ Normallauge genau neutralisirt und die gebildeten Natronseifen dem Seife-Fettgemisch durch Ausschütteln mit Wasser entzogen werden; zur Sicherung der glatten Scheidung der Fettschicht von der wässrigen Seifenschicht sollte als Lösungsmittel für das Neutralfett Petroläther oder Schwefelkohlenstoff, welche Seife

1) Dinglers polyt. Journal 247, 305.

2) cf. Gröger, Dinglers Journal 244, 308 und Benedikt, Analyse der Fette und Wachsorten 101.

nicht lösen, zugefügt werden. — Was ich auf diesem Wege erreichte, konnte, wie sich zeigen wird, keinesfalls befriedigen.

Vier Fettproben wurden in der vorhin beschriebenen Weise mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge titirt, nur mit dem Unterschied, dass bei drei Proben anstatt des Aethers frisch destillirter Petroläther und bei der vierten Schwefelkohlenstoff als Lösungsmittel der Fettprobe angewendet wurde¹⁾. Jedes der Fett-Seifegemische wurde in einen Scheidetrichter gebracht und unter Zusatz von Wasser und Petroläther mehrmals durchgeschüttelt. Nach längerem Stehen trat in der obersten Schicht, d. i. in der des Petroläthers langsam eine Klärung ein, keineswegs jedoch in der wässrigen Seifenlösung. Um bei der untern Schicht ein gleiches Ergebnis wie bei der obern zu erreichen, war es nötig, eine passende, durch portionsweises Nachgeben zu ermittelnde Menge Alkohol hinzuzufügen, die dann auch den gewünschten Erfolg hatte. Die einzelnen Schichten wurden nun jede für sich abgelassen, die wässrig-alkoholische Seifenlösung in den Scheidetrichter zurückgegossen und zur Extraktion des von der Seife etwa noch zurückgehaltenen Neutralfettes 10 bis 20 mal mit kleinen Portionen von Petroläther ausgeschüttelt, wobei die Abtrennung der einzelnen petrolätherischen Extrakte durch Abpipetiren erfolgte, während die Seifenlösung immer im Scheidetrichter verblieb. Sämtliche petrolätherischen Extrakte wurden mit der ersten, die Hauptmenge des Neutralfettes enthaltenden Petrolätherlösung vereinigt und der Petroläther abdestillirt. Das Gewicht des bis zum Verschwinden des Kohlenwasserstoffgeruchs getrockneten Rückstandes ergab die Menge des Neutralfettes.

Aus der weingeistig-wässrigen Lösung schied ich nach dem Verjagen des Alkohols die Fettsäuren durch Zusatz von Schwefelsäure bis zur stark sauren Reaktion ab, filtrirte durch ein genässtes, gewogenes Filter, wusch die Fettsäuren auf dem Filter mit heissem Wasser schwefelsäurefrei und trocknete sie, bis ihr Gewicht sich nicht mehr änderte.

Das Verfahren bei der zweiten, in Schwefelkohlenstoff gelösten Probe des Lipomfettes war das gleiche, nur dass bei den Ausschüttelungen Schwefelkohlenstoff als Extraktionsmittel für das Neutralfett diente.

1) cf. Gröger, Dinglers Journal 244, 308 und Benedikt, Analyse der Fette und Wachsorten 101.

Die vier Analysen ergaben folgende Resultate. Es wurden gefunden aus

1.	5,277 gr Fett	5,153 gr Neutralfett	und 0,251 freie Fettsäuren.
2.	3,275 „ „	¹⁾ 3,242 „ „	0,199 „ „
3.	30,723 „ „	27,405 „ „	2,800 „ „
4.	4,817 „ „	4,409 „ „	0,790 „ „

In Prozenten angegeben, lieferten

1.	5,277 gr Fett	97,65% Neutralfett	und 4,68% freie Fettsäure
2.	3,275 „ „	98,99 „ „	6,08 „ „
3.	30,723 „ „	89,20 „ „	9,11 „ „
4.	4,817 „ „	91,53 „ „	16,40 „ „

Diese Zahlen stimmen so wenig unter einander überein, dass ihnen kein Wert beizulegen ist. Mir scheinen die Differenzen durch den beträchtlichen Oelsäuregehalt des Lipomfettes mit veranlasst zu sein. Oelsäure Salze sind in Fettlösungen nicht unlöslich, eine scharfe Trennung des ölsauren Natriums von den Neutralfetten wird sich daher nach der geschilderten Methode schwer erreichen lassen. Ferner mag auch die weingeistig-wässrige Seifenlösung trotz des häufigen Ausschüttelns mit Petroläther etwas Neutralfett zurückbehalten haben; so ist wohl die Fettsäurezahl in Analyse 4 zu erklären. Bei drei Analysen betrug das Gewicht des erhaltenen Neutralfettes + Fettsäuren mehr als das der angewendeten Substanz, was zum Teil darin seinen Grund hat, dass das Neutralfett beim Trocknen den Rest des Petroläthers nicht völlig abgab.

Dass bei diesen ungünstigen Resultaten nicht mehr Analysen ausgeführt wurden, liegt daran, dass dieselben sehr viel Zeit erforderten, und dass die mehrfachen Abänderungen in der Art des Arbeitens sich als erfolglos erwiesen hatten. Vielleicht liefert die Methode gute Resultate unter gewissen, von mir nicht erfüllten Versuchsbedingungen. Ich habe darauf verzichtet, auf diesem Wege zum Ziele zu gelangen; wie sich jedoch später zeigen wird, vermochte ich auf andere Weise Aufschluss über den Gehalt an freien Fettsäuren zu gewinnen.

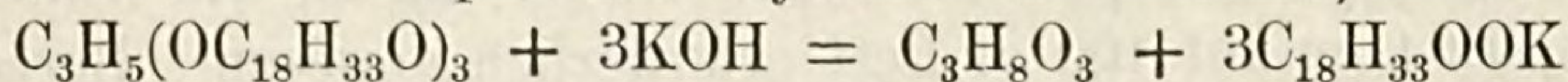
4. Bestimmung des Glyzerins.

Nachdem wir durch die Verseifung des ausgeschmolzenen Fettes die Gesamtfettsäuren ermittelt hatten, lag der Versuch

1) No. 2 wurde in Schwefelkohlenstoff gelöst.

nahe, zur Kontrolle der oben erhaltenen Werte den zweiten Bestandteil der Neutralfette, das Glyzerin, prozentisch zu bestimmen. Zu diesem Zwecke bereitete ich mir durch Auflösen von 10 gr gereinigten Kalihydrats in wenig Wasser und durch Verdünnen mit 400 ccm 98⁰/₀ Alkohols eine alkoholische Kalilauge. Zur Beseitigung geringer Verunreinigungen filtrirte ich die Lauge durch Glaswolle und ermittelte in einer auf dem Wasserbade bis zum schwachen Sieden erhitzten Probe ihren Gehalt an KOH durch Titration mit Normalsalzsäure. Eine genau gewogene Menge Fett wird mit dem zehnfachen Volumen dieser Kalilauge übergossen und auf dem Wasserbade erhitzt, bis die Verseifung vollkommen eingetreten ist d. h. bis eine Probe auf Wasserzusatz keine Trübung mehr ergiebt. Nach Zusatz von Phenolphthalëin wurde jetzt der vorher angewandte Ueberschuss an Kalilauge mit Salzsäure zurücktitrirt und damit diejenige Menge Lauge gefunden, die zur Verseifung der Neutralfette und zur Neutralisation der Fettsäuren gedient hatte. Bestimmt man nun durch Titration die von den Fettsäuren allein neutralisirte Menge Kalilauge (siehe unten) und subtrahirt man diesen Wert von jenem ersten, so erhält man die nur zur Verseifung der Glyzerinfette nötige Menge Kaliumhydrat.

Bei der Verseifung eines Neutralfettes mit Aetzkali sind nun drei Moleküle Kalihydrat einem Molekül Glyzerin äquivalent¹⁾. Nehmen wir als Beispiel das Glyzerid der Oelsäure, so ist



Oelsäureglyzerinester

Glyzerin Seife der Oelsäure

d. h. es entsprechen 168 gr Kalihydrat 92 gr Glyzerin oder 1 gr Kalihydrat 0,547 gr Glyzerin. Sind in 100 ccm der Kalilauge d gr KOH — in unserm Falle enthielt die Lauge zufolge der Titration mit Normal-HCl 2,912⁰/₀ KOH — enthalten, und nennen wir die Anzahl der zur Verseifung der Glyzerinfette und zur Neutralisation der freien Fettsäuren zusammen notwendigen Kubikzentimeter a und die Anzahl der zur Neutralisation der freien Fettsäuren allein erforderlichen b, so liefert eine Fettmenge c durch Verseifung an Glyzerin in Prozenten:

$$\frac{0,547 (a-b) d}{c}$$

1) Zulkowski, Berliner Berichte 16, 1140, 1315.

Die zwei ausgeführten Analysen ergaben folgendes Resultat:

1. 6,738 gr Fett, mit 90 ccm 2,912% alkoholischer Kalilauge verseift, mit 23,2 ccm Normalsalzsäure neutralisirt, lieferten

0,66900 gr Glyzerin i. e. 9,91%.

2. 3,897 gr Fett mit 40 ccm 2,912% alkoholischer Kalilauge verseift und mit 7,2 ccm Normalsalzsäure neutralisirt, lieferten

0,38547 gr Glyzerin i. e. 9,89%.

(Titer der alkoholischen Kalilauge:

10 ccm Lauge erforderten 5,2 ccm Normal-HCl.)

Wie eben erwähnt, benutzte ich bei der Ermittlung des Glyzeringehaltes der Fette eine 2,912% alkoholische Kalilauge; ich führte daher auch die Bestimmung der freien Fettsäuren durch Titration mit dieser Lauge aus und hatte so Gelegenheit, die frühere Bestimmung der freien Säuren mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge zu kontrolliren. Das Verfahren war dasselbe; ich wandte in gleicher Weise das 6- bis 10fache Volumen Aether und das 3- bis 5fache Volumen Alkohol als Lösungsmittel des Fettes an. Das Resultat der Titration war mit dem durch die Titration mit $\frac{1}{10}$ Natronlauge erhaltenen übereinstimmend:

4,817 gr Fett in 25 ccm Aether + 20 ccm Alkohol gelöst, erforderten 2,4 ccm 2,912% Kalilauge d. h. es wurden $2,4 \cdot 0,02912 = 0,0698$ gr Kaliumhydroxyd für 4,817 gr Fett verbraucht i. e. auf 100 gr Fett 1,45 gr KOH. Von NaOH waren, wie früher gefunden, 1,04 gr auf 100 gr Fett erforderlich gewesen. Berechnet man die anzuwendende Menge KOH aus der Titration mit Natronlauge, so ergibt sich $\frac{\text{KOH}}{\text{NaOH}} \cdot 1,04 = \frac{56 \cdot 1,04}{40} = 1,45$ gr KOH, also genau die bei der Titration mit der alkoholischen Kalilauge verbrauchte Menge Kaliumhydroxyd.

5. Nachweis des Cholesterin.

Im Menschenfett ist mehrfach Cholesterin nachgewiesen worden. Es lag daher nahe, eine Prüfung unseres Fettes auf Cholesterin vorzunehmen. Zu diesem Zwecke wurden 5,868 gr Fett in der früher geschilderten Weise in absolut-alkoholischer Lösung mit Natriumalkoholat verseift. Der Seifebrei wurde dann mit Aether durchgeschüttelt, bis die Masse in kleine Partikel verfiel, und dann filtrirt. Das von den Natronseifen abgetrennte Filtrat

enthält nach Kossel-Obermüller¹⁾ das Cholesterin. Eine Probe der ätherisch-alkoholischen Flüssigkeit, die wegen ihres Alkoholgehaltes nicht völlig seifefrei ist, wurde auf dem Uhrglas eingedunstet, ergab jedoch keine Reaktionen auf Cholesterin. Jetzt wurde das ganze Filtrat auf dem Wasserbade erhitzt, bis der Aether ganz verjagt war und der Rückstand in Wasser gelöst. Die Lösung ging rasch und vollkommen vor sich, ein Umstand, der schon gegen das Vorhandensein von Cholesterin sprach. Die wässrige Lösung wurde nun mit einem Gemisch von Aether und Petroläther im Scheidetrichter ausgeschüttelt. Da die Schichten sich sehr schwer trennten, fügte ich etwas Alkohol hinzu, wodurch bald die Scheidung eintrat. Die wässrige Lösung wurde nunmehr abgelassen, die zurückbleibende Aetherlösung noch dreimal mit reichlichen Wassermengen gewaschen und dann eingedunstet. Der sehr geringe Rückstand gab weder mit Schwefelsäure und Chloroform noch mit Schwefelsäure und Jodjodkalium eine Cholesterinreaktion. Da der Rückstand noch etwas Seife (Oelsäureseife) enthielt und diese die Reaktionen vielleicht beeinträchtigt haben mochte, so wurde der Versuch zweimal mit grösseren Quantitäten Fett wiederholt und dabei durch gründliches Waschen der Aetherlösung mit Wasser die Seife möglichst vollständig entfernt. Nach dem Verjagen des Aethers stellte ich die Salkowski'sche Reaktion an: sie fiel beide mal positiv aus, und ich halte daher die Gegenwart des Cholesterins in dem Lipomfett für erwiesen, wenn schon die Menge desselben zweifellos sehr gering gewesen ist.

6. Bestimmung der Oelsäure.

Unter den Fettsäuren sind als regelmässige oder hauptsächliche Bestandteile des Menschenfettes nur Oläin-, Palmitin- und Stearinsäure nachgewiesen worden. Lerch berichtet, auch Capronsäure und Buttersäure gefunden zu haben; jedenfalls sind von diesen Säuren nur Spuren da. Nach Cahours und Demarçay²⁾ ist ein Gemenge der flüchtigen fetten Säuren überhaupt in allen Fetten anwesend; auch Lebedeff bestätigt dies, aber mit dem Zusatze, dass in dem Maasse als die Fette fester werden, die flüchtigen Fettsäuren abnehmen. Der Gehalt an solchen ist also sehr klein (0,2 bis 0,02%) und ihre Bedeutung als Fettbestandteil sehr

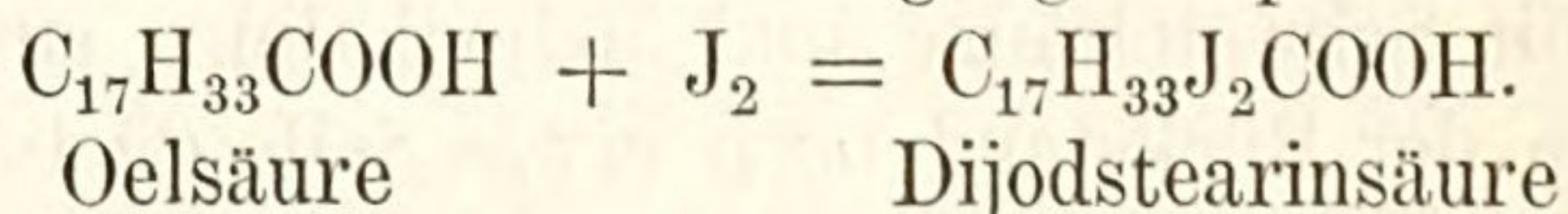
1) Hoppe-Seyler, Zeitschrift für physiol. Chemie 1890 u. 1891.

1) Comptes rendus T. 90.

gering. Dies trifft vor allem bei dem Lipomfett zu, das ja unter den festen Fetten des menschlichen Körpers oben ansteht¹⁾.

Aus diesem Grunde haben wir bei unseren Untersuchungen die flüchtigen Fettsäuren vernachlässigt²⁾. Uns kam es vor allem darauf an, den Gehalt an Oelsäure festzustellen; aus diesem und den andern bereits gefundenen analytischen Werten war dann der Gehalt an Palmitin- und Stearinsäure leicht zu berechnen.

Will man den Gehalt eines Fettes an Oelsäure bestimmen, so verfährt man am besten nach der Methode von v. Hübl und ermittelt die Hübl'sche Jodzahl¹⁾ des Fettes. Dieses Verfahren gründet sich auf die Eigenschaft des Jodes, in alkoholischer Lösung bei Gegenwart von Quecksilberchlorid mit zwei Atomen in je ein Molekül Oelsäure einzutreten; es entsteht bei dieser Reaktion ein Jodadditionsprodukt der Oelsäure, während die vorhandenen gesättigten Fettsäuren unverändert bleiben. Der Vorgang entspricht der Gleichung:



Die Oelsäure, zur Gruppe der Acrylsäure gehörend, teilt als ungesättigte Fettsäure mit allen ungesättigten Kohlenwasserstoffatome in offener Kette enthaltenden Verbindungen die Eigenschaft, Chlor, Brom und Jod leicht zu addiren und dadurch in gesättigte Verbindungen überzugehen. — Eine alkoholische Jod-Sublimatlösung benutzt man deshalb, weil die Wirkung des Jodes für sich allein zu träge ist.

Zur Ausführung der Analysen stellte ich mir folgende Lösungen her:

1) Aus Hoffmann's Beiträgen zur Anat. u. Physiol. Festgabe für Ludwig 1875.

2) Dass die flüchtigen Fettsäuren, wenn sie überhaupt in dem Lipomfett enthalten waren, nur in Spuren vorhanden sein konnten, zeigte sich bei der Destillation des Fettes. Ich habe sowohl das Fett wie die daraus abgeschiedenen Fettsäuren der Destillation im Vacuum unterworfen. Bei den letzteren hoffte ich durch sorgsames Fraktioniren eine Trennung der einzelnen Fettsäuren erreichen zu können. Die Versuche erschienen nicht aussichtslos, sie wurden aber vorläufig nicht abgeschlossen. Es soll daher hier nicht weiter darauf eingegangen werden; nur das eine möchte ich hervorheben, dass ich ein Uebergehen leichter flüchtiger Fettsäuren (Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure) bei den Destillationen des Fettsäuregemisches nicht beobachtet habe.

3) Dinglers polyt. Journal 281, 283.

1. eine Lösung von 5 gr Jod und 6 gr Quecksilberchlorid in je 100 ccm 96% Alkohol, die dann vereinigt wurden,

2. eine Natriumhyposulfitlösung, die nach der Volhard'schen Methode geaicht wurde. Entsprechend der Vorschrift Volhard's werden 10 ccm einer 10% Jodkaliumlösung und 5 ccm Salzsäure in eine Flasche gegossen; dann werden aus einer Bürette genau 20 ccm einer Kaliumbichromatlösung, welche 3,8740 gr $K_2Cr_2O_7$, exakt gewogen, im Liter enthält, hinzugefügt; jeder Kubikzentimeter der Kaliumbichromatlösung macht genau 0,01 gr Jod frei, 20 ccm scheiden also gerade 0,2 gr Jod aus. Nun lässt man soviel Hyposulfitlösung aus einer Bürette hinzufließen, bis die Flüssigkeit nur noch schwach gelb gefärbt ist, versetzt mit etwas Stärkekleister und titriert unter fortwährendem Schütteln mit Natriumhyposulfitlösung bis zu Ende d. i. bis die Blaufärbung gerade verschwindet. Ich brauchte von meiner Hyposulfitlösung hierzu 16,5 ccm, 1 ccm Natriumhyposulfitlösung entsprach mithin 0,01212 gr Jod.

Nach diesen Vorbereitungen wurde eine passende Menge des Fettes, 1—1,3 gr, sowie des Gemisches der vorher bei der Verseifung des Fettes gewonnenen Fettsäuren genau gewogen, in Chloroform gelöst, die Lösung in einen Schüttelzylinder von $\frac{1}{4}$ Liter Inhalt gebracht und soviel von der Jodquecksilberchloridlösung hinzugefügt, dass eine dauernd braune klare Lösung entstand, die sich selbst nach $1\frac{1}{2}$ stündigem Stehen nicht völlig entfärbte. Nach $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden ist die Reaktion vollendet; aus der Titration des unverbrauchten Jods und aus dem Jodgehalt der angewendeten Jodsublimatlösung ergibt sich, wieviel Jod von dem Oelsäureglyzerid bzw. von der Oelsäure gebunden worden ist. Um das Ausfallen des Quecksilberjodids zu verhüten, das beim Einfließenlassen von Natriumhyposulfitlösung eintreten und das Ergebnis beeinträchtigen würde, fügt man 10 ccm 10% Jodkaliumlösung und ungefähr 150 ccm Wasser unter kräftigem Schütteln hinzu. Nun wird mit Natriumhyposulfit titriert. Ist die Flüssigkeit nur noch schwach gelb oder die am Boden des Zylinders befindliche Chloroformschicht nur noch schwach rot gefärbt — letztere ist ein viel schärferer Indikator —, so ruft man durch Stärkelösung Blaufärbung hervor und bringt durch ferneres Zusetzen von Natriumhyposulfit unter beständigem Schütteln den letzten Rest von Färbung gerade zum Schwinden. In diesem Augenblicke ist die Operation beendet. Gleich darauf wird der

Titer der Jodsublimatlösung auf dieselbe Weise mit Natriumhyposulfit bestimmt. Aus beiden Titrationen lässt sich dann leicht die Menge des absorbierten Jods berechnen. — Als Jodzahl wird die Anzahl der von 100 Teilen des untersuchten Fettes bzw. der Fettsäuren absorbierten Gewichtsteile Jod bezeichnet. Die aus den folgenden Versuchen gefundene und in Prozenten angegebene Oelsäuremenge E ist berechnet nach der Formel: $E = \frac{100x}{90,07}$, in welcher 90,07 die theoretisch berechnete und auch experimentell gefundene Jodzahl für reine Oelsäure darstellt und x die für das Lipomfett resp. dessen Gesamtfettsäuren ermittelte Jodzahl ist.

1. 0,740 gr Fettsäuren, versetzt mit
21,4 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitriert mit
4,8 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 19 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,30% Oelsäure.
2. 1,283 gr Fett, versetzt mit
31,6 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitriert mit
0,6 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 19,6 ccm Hyposulfit;
ergaben 64,53% Oelsäure.
3. 0,882 gr Fettsäuren, versetzt mit
24 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitriert mit
1,2 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,87% Oelsäure.
4. 1,055 gr Fett, versetzt mit
28,5 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitriert mit
1,5 ccm Hyposulfit;

Titer der Jodsublimatlösung bei 3 und 4:
10 ccm erforderten 18,6 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,06% Oelsäure.

5. 1,022 gr Fettsäuren, versetzt mit
27 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
2,8 Hyposulfit;
ergaben 65,7% Oelsäure.

6. 1,183 gr Fett, versetzt mit
30 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
2,1 ccm Hyposulfit;
ergaben 64,05% Oelsäure.

7. 1,231 gr Fettsäuren, versetzt mit
34 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
4,6 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 19 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,4% Oelsäure.

8. 1,279 gr Fett, versetzt mit
37 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
8,0 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 18,8 ccm Hyposulfit;
ergaben 64,66% Oelsäure.

Aus diesen Zahlen erhalten wir als Mittelwert für den Oelsäuregehalt:

des Fettes 64,58%,
der Fettsäuren 65,57%.

Dass der Oelsäuregehalt des Fettes um ein geringes kleiner gefunden wurde als derjenige der Gesamtfettsäuren, entspricht ganz dem, was die theoretische Berechnung erwarten liess. Dass diese vier Resultate in jeder der beiden Reihen unter sich nicht

ganz übereinstimmen, ist der Inkonstanz des Titors der Jodquecksilberchloridlösung zuzuschreiben.

7. Ermittlung des Gehaltes an Stearinsäure und Palmitinsäure in den Gesamtfettsäuren.

Für die Berechnung des Gehaltes an Palmitinsäure und Stearinsäure ist es notwendig zu wissen, wieviel Gramme Natriumhydroxyd zur Neutralisation einer bestimmten Menge der Gesamtfettsäuren erforderlich sind. Zu diesem Zwecke wurden 2,855 gr Fettsäuren in 24 ccm Alkohol gelöst und nach Zusatz von Phenolphthaläin mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge titirt. Diese 2,855 gr Fettsäuren erforderten 101,5 ccm $\frac{1}{10}$ Lauge d. h. 100 gr Fettsäuren

$$\frac{101,5 \cdot 0,004 \cdot 100}{2,855} = 14,22 \text{ gr NaOH.}$$

Der Gehalt an Oelsäure in den Fettsäuren selbst beläuft sich auf 65,57%. Das Molekulargewicht der Oelsäure ist 282. Für 282 gr Oelsäure (1 Mol.) brauchen wir 40 gr NaOH (1 Mol.), für

$$65,57 \text{ gr Oelsäure also } \frac{40 \cdot 65,57}{282} = 9,3 \text{ gr NaOH.}$$

Zufolge der Titration mit $\frac{1}{10}$ Natronlauge erfordern 100 gr der Gesamtfettsäuren zur Neutralisation 14,22 gr NaOH, es entfallen somit auf Palmitin- und Stearinsäure zusammen $14,22 - 9,3 = 4,92$ gr NaOH. Da in 100 gr Fettsäuren 65,57 gr Oelsäure sich finden, so beträgt das Gewicht von Palmitin- und Stearinsäure $100 - 65,57 = 34,43$ gr. Diese Daten: 1) dass in 100 gr Gesamtfettsäuren 34,43 gr Palmitinsäure + Stearinsäure enthalten sind und 2) dass diese 34,43 gr durch 4,92 gr NaOH neutralisirt werden, genügen für die Berechnung, wieviel Gramme von jeder einzelnen der beiden Säuren vorhanden sind. Das Molekulargewicht der Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ ist 256; 256 gr Palmitinsäure brauchen also 40 Natriumhydroxyd. Das Molekulargewicht der Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ ist 284; 284 gr Stearinsäure brauchen ebenfalls 40 gr Natriumhydroxyd zur Neutralisation. Wir haben nun 34,43 gr Palmitinsäure + Stearinsäure: bezeichnen wir die Menge der Palmitinsäure mit x gr und dem zufolge diejenige der Stearinsäure mit $34,43 - x$ gr,

so sind für x gr Palmitinsäure $\frac{40x}{256}$ gr NaOH und für $34,43 - x$ gr

Stearinsäure $\frac{40 (34,43 - x)}{284}$ gr NaOH zur Neutralisation erforder-

lich. Nach der vorigen Berechnung aus der Titration mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge bedürfen beide Säuren zusammen 4,92 gr NaOH.

Hieraus ergibt sich die Gleichung: $\frac{40x}{256} + \frac{(34,43-x) 40}{284} = 4,92$

und aus dieser wiederum $x = 4,59$, d. h. in 100 gr Fettsäurengemisch sind 4,59 gr Palmitinsäure enthalten. Der Stearinsäuregehalt beträgt demnach $34,43 - 4,59 = 29,84\%$.

8. Berechnung des Gehaltes an freien Fettsäuren und an Neutralfetten.

Eine direkte Trennung der im Lipomfett enthaltenen freien Fettsäuren von den Neutralfetten war, wie Seite 18 ff. weiter ausgeführt wurde, mehrfach versucht worden, aber nicht gelungen. Auf Grund der Titration der Gesamtfettsäuren lässt sich nun die Menge der freien Fettsäuren in dem ursprünglichen Fett leicht finden, wenn man nur noch die zur Neutralisation von 100 gr ursprünglichen Fettes erforderliche Menge Alkali in Rechnung zieht.

14,22 gr NaOH neutralisieren 100 gr Gesamtfettsäuren,

1,04 gr NaOH „ 100 gr Lipomfett.

Es sind mithin in 100 gr Fett $\frac{100 \cdot 1,04}{14,22}$ gr = 7,31 gr freie Fettsäuren enthalten. Auf die Neutralfette entfallen hiernach $100 - 7,31 = 92,69$ gr. — Diese Berechnung ist allerdings nur unter der Voraussetzung richtig, dass das Mischungsverhältnis der freien Fettsäuren das gleiche sei wie das der an Glyzerin gebundenen, d. h. dass die durch Verseifung des Neutralfettes gewonnenen Fettsäuren dasselbe Fettsäuregemisch darstellen wie die ursprünglich als freie Säuren vorhandenen. Nach allen bisherigen Erfahrungen trifft jene Voraussetzung allein bei solchen Fetten nicht zu, welche grössere Mengen leicht flüchtiger Fettsäuren enthalten.

Zum Schluss seien die analytischen Ergebnisse der Untersuchung des Lipoms übersichtlich zusammengestellt.

Das Lipom enthielt:

22% Wasser,

2,25% Bindegewebe,

75,75% Fett.

100 gr Fett lieferten bei der Verseifung:

94 gr Fettsäuren,

9,9 gr Glyzerin.

Das Fett enthielt:

7,31⁰/₀ freie Fettsäuren,

92,69⁰/₀ Neutralfette.

Die Gesamtfettsäuren (durch Verseifung aus dem Fett abgeschieden) enthielten:

65,57⁰/₀ Oelsäure,

4,59⁰/₀ Palmitinsäure,

29,84⁰/₀ Stearinsäure.

Zur Kenntnis eines thüringischen Amphibol-Granitit und über das Vorkommen der Neubildungen in demselben, insbesondere einiger Zeolithe.

Von Johannes Fromme.

Gegenstand der nachfolgenden Untersuchungen bildete ein Vorkommen von Desmin, Skolezit, Heulandit, Chabasit und einigen anderen Mineralen in Amphibol-Granitit aus Thüringen in der Nähe von Suhl. Das vorliegende Material, worunter sich sehr schöne Stufen genannter Zeolithe und mehrere grössere Stücke jenes Granits befanden, wurde im Jahre 1883 auf Veranlassung des Herrn Kgl. Regierungsbaumeisters P. Ehlers bei den Sprengarbeiten der Eisenbahnlinie Erfurt-Ritschenhausen, etwa 2,5 km NO von Suhl, nahe der Struth auf preussischem Gebiet gesammelt.

In der Literatur finden wir über das Vorkommen von Zeolithen an bezeichneter Stelle nur zwei kurze Notizen, deren Wiedergabe mir hier gestattet sein möge¹⁾:

„In der Sitzung vom 26. Oktober (1882) des Naturwissenschaftlichen Vereins (für Sachsen und Thüringen) legt Prof. von Fritsch ein neues Vorkommen von Desmin auf zersetztem Granit aus Thüringen von der Struth in der Nähe von Suhl vor. Dasselbe ist ihm durch Herrn Forstmeister von Mengersen zugestellt worden; letzterer hat es bei den Sprengungen für die neue Eisenbahnlinie Plaue-Suhl aufgefunden. Auf den Handstücken findet sich noch Quarz und Desmin.“

Es dürfte dies die erste Erwähnung des Vorkommens in der Literatur sein. Die zweite Notiz darüber ist die folgende:

„Von dem im Korrespondenzblatt Seite 564 erwähnten Desmin von der Struth bei Suhl hat Prof. von Fritsch neue Stücke durch die Güte des Herrn Kgl. Baumeisters Richard und durch die Zuvorkommenheit des Herrn Ingenieur Raakow erhalten. Erstere Sendung zeigte neben dem Desmin in den Granitklüften noch Skolezit, letztere bot Stücke dar, welche Hohlformen von

1) Zeitschr. f. Naturw., herausg. vom Naturw. Ver. f. Sachsen u. Thüringen in Halle 1882, Band I (der ganzen Reihe LV. Bd.) S. 564 bezw. 671.

Kalkspat ($R\ 3\ (21\bar{3}1) — 2\ R\ (02\bar{2}1)$) von Desmin umwachsen zeigen.“

In diesen Angaben werden also von Zeolithen nur Desmin und Skolezit erwähnt, während Chabasit und Heulandit nicht genannt werden. Es ist daher wohl anzunehmen, dass das Auftreten letzterer Minerale an jenem Fundort noch nicht allgemein bekannt ist. Dieser Umstand und die Thatsache, dass mir eine reichliche Menge an Material zu Gebote stand, waren einerseits die Veranlassung zu dieser Arbeit, andererseits luden der Chabasit und Heulandit ganz besonders zu einer genaueren Untersuchung ein, weil gegenwärtig gerade diese Zeolithe in chemisch-mineralogischer Hinsicht erhöhtes Interesse beanspruchen.

Die Stufen liessen die Zersetzungs- und Umwandlungsvorgänge des Gesteins in recht instruktiver Weise erkennen und, da auch frischer Granit von der gleichen Provenienz vorhanden war, so wurde auch dieser mit in den Bereich der Untersuchungen gezogen, um so den genetischen Zusammenhang der Neubildungen mit ihren Muttermineralen zu ermitteln.

Leider ist dieses Zeolith-Vorkommen mit dem einmaligen grösseren Funde so gut wie erschöpft, denn nach den Angaben des Herrn Ehlers sind Sprengarbeiten erforderlich, um weitere Stufen zu erhalten.

Es soll hier zunächst die petrographische Beschaffenheit des Amphibol-Granitit und die chemische Natur desselben wie seiner Gemengteile — soweit dieses zur allgemeinen Orientierung notwendig bzw. überhaupt ausführbar —, sodann die Untersuchung der Neubildungen in den zersetzten Partien des Gesteins, insbesondere der Zeolithe, behandelt werden.

Der Amphibol-Granitit (I).

Derselbe ist von graublauer Farbe und besteht aus einem mittel- bis feinkörnigem Gemenge von grünlich-weissem, oft erbsengrosse Körner bildenden, Plagioklas, bei dem zuweilen schon mit der Lupe deutliche Zwillingsstreifung zu erkennen ist, rötlichem Orthoklas bzw. Mikroklin, schwarzem Glimmer und Hornblende. Mit Zunahme der letzteren, welche wie der Glimmer sehr reichlich vertreten ist, nehmen Quarz und Feldspat bedeutend ab; ja einige Handstücke des Gesteins weisen Hornblende so reich-

lich auf, dass sie schwärzlich aussehen, und deutet alles das auf einen Uebergang zu Plagioklas- speziell zu dioritischen Gesteinen hin.

Unter dem Mikroskop erscheint der rötliche Feldspat sehr stark angegriffen und ist oft von glimmerartigen Neubildungen durchsetzt. Oftmals lässt er die für Mikroklin charakteristische Gitterstruktur wahrnehmen, sodass ausser Orthoklas auch Mikroklin vorliegt.

Der grünlichweisse Plagioklas ist gleichfalls stark angegriffen; doch lässt sich bei gekreuzten Nikols die Zwillingsstreifung noch deutlich erkennen. Häufig schliesst er kleine Partikel Magnetit von unbestimmter Begrenzung, desgleichen auch Glimmer ein.

Der im durchfallenden Lichte schön sattgrün erscheinende Glimmer zeigt durch abwechselnd hellere und dunklere Streifungen ebenfalls Spuren von ziemlich fortgeschrittener Zersetzung. Er ist in Schnitten parallel bzw. annähernd parallel der c-Achse sehr stark pleochroitisch. Die parallel der Spaltbarkeit schwingenden Strahlen werden stärker absorbiert als die senkrecht zu ihr, parallel a, schwingenden; erstere zeigen grasgrüne, letztere hellgelbe Färbungen. Fast immer enthält der Glimmer Apatit in ziemlich kurzen und dicken, an beiden Enden gerundeten Säulchen und ausserdem vereinzelte Epidotkörnchen. Auch der Glimmer umschliesst viel Magnetit von unregelmässiger Begrenzung.

Glimmer und Hornblende sind häufig mit einander verwachsen. Letztere tritt oft in ringsum ausgebildeten Krystallen auf und ist im Allgemeinen noch nicht in der Masse zersetzt wie ersterer. Die Maximalauslöschung der Hornblende wurde zu 25° gefunden. Das pleochroitische Verhalten ist in Schnitten, welche annähernd parallel der Symmetrieebene getroffen sind, $\parallel c$ grün, $\parallel a$ gelbgrün. Die Querschnitte, in welchen die Spaltbarkeit nach dem Prisma deutlich hervortritt, zeigen $\parallel a$ gelbgrüne und $\parallel b$ grasgrüne Färbungen. Schnitte annähernd parallel zum Orthopinakoid weisen $\parallel c$ grasgrüne und $\parallel b$ gelbgrüne Farben auf. Es ist demnach die Absorption $c > b > a$. Magnetit und Apatit finden sich auch in der Hornblende eingelagert, aber im Ganzen weniger als im Glimmer.

Der Quarz ist wasserhell, von zahlreichen Rissen durchzogen und enthält sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse sowie hin und wieder unbestimmbare Mikrolithe verschiedener Form.

Selten gewahrt man rissige, reliefartig hervortretende Durchschnitte von weingelber Farbe und schwachem Pleochroismus, welche jedenfalls zum Titanit gehören.

Eine Bauschanalyse des Granitit ergab die nachfolgende Zusammensetzung.

			O
SiO ₂	60,08	Si 28,04	32,04
Al ₂ O ₃	13,90	Al 7,36	6,54
Fe ₂ O ₃	7,16	Fe 5,01	2,15
FeO	3,50	Fe 2,72	0,78
CaO	4,04	Ca 2,89	1,15
MgO	2,91	Mg 1,75	1,16
K ₂ O	2,35	K 1,97	0,38
Na ₂ O	3,23	Na 2,40	0,83
H ₂ O	2,61	H 0,29	2,32
	99,78		$\frac{47,35}{16} = 2,96.$

Sauerstoff-Quotient = 2,96.

Spezifisches Gewicht = 2,735.

Ausser den aufgeführten Bestandteilen wurden noch in Spuren nachgewiesen Phosphorsäure, Titan, Kupfer, Mangan, Baryum und Lithium, letzteres spektralanalytisch.

Das hohe spezifische Gewicht des Granit sowie der beträchtliche Eisengehalt desselben stehen im Einklang mit dem hohen Gehalt an Hornblende und Glimmer, wodurch die Feldspäte und demgemäss auch die Alkalien relativ zurücktreten. Der verhältnismässig niedrige Kieselsäuregehalt endlich spricht ebenfalls deutlich für das Zurücktreten der Feldspäte und auch des Quarzes.

Amphibol-Granitit (II, etwas verwittert).

Dieser Granit wurde nur deshalb in Betracht gezogen, weil er von allen andern vorliegenden verwitterten Gesteinsstücken ein etwas abweichendes Aussehen zeigt und doch wie jene die Unterlage schöner strahlig-faseriger Desmin- und Skolezit-Aggregate bildet. Augenscheinlich besitzt dieser Granit etwas andere Mischungsverhältnisse als der Granit I. Er ist von gleicher Korngrösse wie letzterer, jedoch lässt er durch seine Zersetzung wesentliche Aenderungen erkennen. Zunächst macht sich eine starke

Epidotisierung der ausserordentlich reichlich vorhandenen Hornblende bemerkbar, wodurch dem Gestein ein grünlicher Farbenton verliehen wird. Die Feldspäte sind in Folge einer Infiltration von Eisenhydroxyd, welches jedenfalls dem Glimmer, der Hornblende und dem Magnetit entstammt, dunkelrot gefärbt.

Es sei hier nun erwähnt, in welcher Weise die übrigen verwitterten Handstücke, deren Zusammengehörigkeit mit dem Granit I unzweifelhaft feststeht, die Zersetzungsvorgänge darbieten. Bei einigen ist neben relativ wenig zersetztem rotem Kalifeldspat sehr stark verwitterter Plagioklas vorhanden, der hin und wieder nur noch schneeweisse kaolinartige Massen — seine Auslaugungsreste — hinterlassen hat. Offenbar scheint also der Plagioklas dem Einfluss lösender Agentien einen geringeren Widerstand dargeboten zu haben als der rötliche Feldspat (Orthoklas und Mikroklin). Andere Handstücke zeigen an Stelle aller Feldspäte ähnliche kaolinartige Massen, sodass hier der Auslaugungsprozess entschieden ein tiefer eingreifender gewesen ist.

Oft sind selbst bei fortgeschrittenerer Auslaugung des Plagioklas und Kalifeldspats Glimmer und Hornblende relativ noch wenig zersetzt, und erscheint dann das Gestein schwarz und weiss gefleckt.

Die Analyse des Granitit II lieferte folgendes Resultat:

				O
SiO ₂	53,75	Si	25,08	28,67
Al ₂ O ₃	12,63	Al	6,69	5,94
Fe ₂ O ₃	9,06	Fe	6,34	2,72
FeO	4,44	Fe	3,45	0,99
CaO	5,27	Ca	3,76	1,51
MgO	4,57	Mg	2,74	1,83
K ₂ O	1,93	K	1,62	0,30
Na ₂ O	3,37	Na	2,50	0,87
H ₂ O	4,00	H	0,44	3,56
99,02				46,39
				16

$$\frac{46,39}{16} = 2,89.$$

Sauerstoff-Quotient = 2,89.

Spezifisches Gewicht = 2,748.

Ausserdem wurde noch Mangan, Baryum und Lithium (dieses spektralanalytisch) in Spuren konstatiert. Kohlensäure, auf welche

besonders Rücksicht genommen wurde, enthält der Granit trotz seiner ziemlich starken Zersetzung wider Erwarten nicht.

Durch obige Analyse dürfte die Vermutung bestätigt sein, dass dieser Granit die Gemengteile in andern Mengenverhältnissen als der zuerst untersuchte enthält. Zunächst beweist der höhere Kalkgehalt neben gleichzeitiger Abnahme der Alkalien bei Granit II den schon erwähnten höheren Gehalt desselben an Hornblende, womit auch der erhöhte Magnesiagehalt bei II¹⁾ in Uebereinstimmung steht. Diese grössere Menge Magnesia spricht ferner dafür, dass der Granit II reicher an Glimmer als I ist. Der Zunahme an Hornblende und Glimmer bei II entspricht endlich der erhöhte Eisengehalt dieses Granits.

Mit obigen Verhältnissen ist nun bei II eine noch erheblichere Abnahme der Feldspäte und des Quarzes als bei I verknüpft, und zeigt auch die zweite Analyse eine ganz bedeutend geringere Menge Kieselsäure als die erste. Die Analysen der Granite, speziell die bei beiden relativ geringe Menge der Kieselsäure einerseits sowie das Vorwalten des Natrons über dem Kali andererseits beweisen, wie bereits im Vorhergehenden erwähnt, dass diese Granite, ganz besonders aber der Granit II den Plagioklasgesteinen sehr nahe stehen. Sie bilden gewissermassen einen Uebergang von typischen Granitformen zu den Dioriten, welche wie unsere Granite in der Nähe von Suhl und zwar bei Lauter vorkommen und bereits durch Werther²⁾ analysiert wurden.

Die Gemengteile des Granitit.

Behufs Isolierung der Gemengteile des Gesteins wurde eine grössere Quantität der frischesten Stücke desselben ausgesucht, grob gepulvert, durch sechs Siebe mit allmählich abnehmender Maschenweite gesiebt, und danach die erhaltenen Proben makro- bzw. mikroskopisch untersucht.

Hierbei zeigte sich, dass nur das feinste Pulver, welches mit Hülfe eines Haarsiebes gewonnen, zu einer weiteren Bearbeitung

1) Anstatt „Granit II bzw. I“.

2) Journ. f. pr. Chem. 91. 330. 1864.

geeignet war. Dieses Pulver wurde mit einem kräftigen Magneten vom beigemengten Magnetit, danach durch Abschlämmen von anhängendem Staub befreit und das so erhaltene Produkt, nachdem im Dampfbade getrocknet war, mit Thoulet'scher Lösung behandelt.

Die erhaltenen Fraktionen wurden mit heissem destillierten Wasser ausgewaschen, mikroskopisch untersucht und, da sich zeigte, dass noch keine derselben aus homogener Substanz bestand, je für sich in dem von Goldschmidt¹⁾ angegebenen Apparat weiter getrennt.

Die dadurch resultierenden Produkte wurden nach ihrer Auswaschung mit Wasser wie oben angegeben, mit verdünnter Essigsäure ausgezogen, um eventuell eingemengten Kalkspat zu entfernen, von neuem ausgewaschen und endlich wieder getrocknet.

Sie bestanden aus:

1) Feldspat (rötlich)	vom	spez.	Gew.	2,564,
2) Substanzgemisch	"	"	"	2,644,
3) "	"	"	"	2,644,
4) "	"	"	"	2,664,
5) Feldspat (weisslich)	"	"	"	2,666,
6) Substanzgemisch	"	"	"	2,686,
7) Gemenge von Mineralen	vom spez. Gew. > 2,686.			

Das Ergebnis war insofern ein befriedigendes, als wenigstens einer Isolierung zweier Feldspäte in verhältnismässig reinem Zustande, welche doch in erster Linie als Mutterminerale der Zeolithen gelten können, gelungen erschien.

Eine Scheidung des Glimmers von der Hornblende und den beigemengten übrigen Mineralen war wegen der wenig frischen Gesteinsmasse nicht durchführbar. Doch soll im Nachfolgenden noch ein Glimmer besonders berücksichtigt werden, der als 150 Gramm schweres, fast ganz reines Aggregat in dem Granit angetroffen wurde.

Der rötliche Feldspat vom spez. Gew. 2,564.

Von diesem Feldspat konnte nur etwa 1 Gramm erhalten werden.

1) Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. s. w. I. Beilageband 1881, S. 181.

Er hatte folgende Zusammensetzung:

				Atomverh.	O
SiO ₂	63,19	Si	29,49	1,05	33,70
Al ₂ O ₃	19,48	Al	10,31	0,38	9,17
Fe ₂ O ₃	0,38				
CaO	0,59				
MgO	Spur				
K ₂ O	11,59	K	9,74	0,25	1,85
Na ₂ O	4,20	Na	3,12	0,13	1,08
H ₂ O	0,51				
99,94					$\frac{45,80}{16} = 2,87.$

Die berechneten Atomverhältnisse (KNa) : Al : Si_{2,8} : O_{7,5} ergeben annähernd die Orthoklasformel Si₃O₈Al(K, Na) oder Si₆O₁₆Al₂(K, Na)₂ und liegt hier ein Kalifeldspat mit hohem Natrongehalt vor, der aber auch Mikroklin als Beimengung enthalten dürfte.

Der weissliche Feldspat vom spez. Gew. 2,666.

Es wurden etwa sechs Gramm dieses Feldspats erhalten. Eine Analyse lieferte nachstehendes Resultat:

SiO ₂	61,52
Al ₂ O ₃	24,31
FeO	0,48
CaO	4,14
MgO	Spur
Na ₂ O	6,10
K ₂ O	2,32
H ₂ O	1,65
100,52	

Aus dieser Analyse geht zunächst in Uebereinstimmung mit dem spezifischen Gewicht des Feldspats hervor, dass derselbe zum Oligoklas gehört. Weiterhin zeigt die Analyse durch den gefundenen Kaligehalt, dass der Feldspat noch ziemlich stark mit Orthoklas verunreinigt war, und ferner durch den nachgewiesenen Wassergehalt, dass seine Zersetzung schon ziemlich weit vorgeschritten, wie dies auch durch den mikroskopischen Befund dargethan war. Demgemäss würde bei normaler Veränderung des Feldspats durch Auslaugung der Thonerdegehalt erhöht und der

Gehalt an Kieselsäure, Kalk, Natron bzw. Kali reduziert erscheinen müssen. Es wird sonach die Analyse leider kein genaues Bild der Zusammensetzung des reinen und unzersetzten Oligoklas geben können, doch soll im Folgenden unter Abzug einer dem gefundenen Kali entsprechenden Menge Orthoklas die Aufstellung einer Formel versucht werden.

2,3¹⁾ Kaliumoxyd entsprechen 13,6 Orthoklas, bestehend aus 8,8 SiO₂, 2,5 Al₂O₃ und 2,3 K₂O.

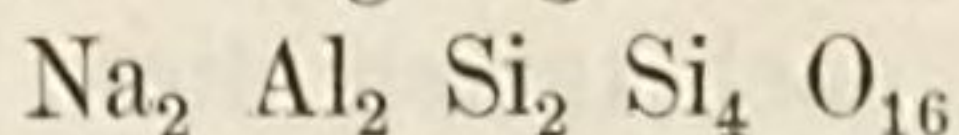
Ziehen wir die einzelnen Bestandteile dieser Menge Orthoklas von dem auf wasserfreie Substanz berechneten „Oligoklas-Orthoklas-Gemisch“ je für sich ab, so erhalten wir unter Vernachlässigung des Eisens 85,9 Oligoklas²⁾.

Oligoklas + Orthoklas (wasserfrei)		Orthoklas		Oligoklas	
SiO ₂	62,2	—	8,8	=	53,4
Al ₂ O ₃	24,6	—	2,5	=	22,1
Fe ₂ O ₃	0,5				
K ₂ O	2,3	—	2,3	=	0,0
Na ₂ O	6,2				6,2
CaO	4,2				4,2
100,0					85,9.

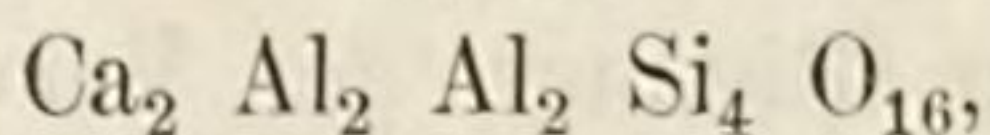
Erweitern wir den Rest (85,9) auf 100,0, so resultieren folgende Gewichtsmengen für den Oligoklas:

SiO ₂	62,2
Al ₂ O ₃	25,7
Na ₂ O	7,2
CaO	4,9
100,0.	

Berechnet man nun die Prozente eines Albit-Anorthit-Gemisches im Verhältnis von 3 : 1, wobei für Albit und Anorthit folgende Formeln zu Grunde gelegt sind:



bzw.



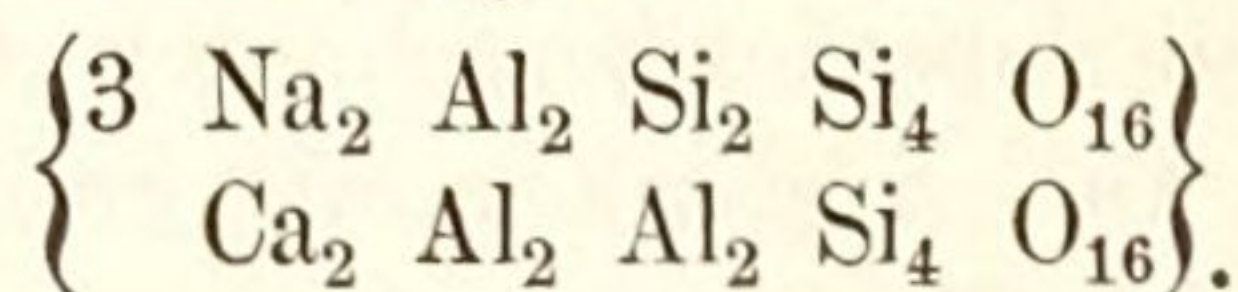
1) Der Kürze halber sind die Zahlen abgerundet. Vergl. die Analyse.

2) Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Plagioklase öfters etwas Kalisilikat (Or) beigemischt enthalten, sodass ein Abzug von 13,6 Orthoklas als nicht zum vorliegenden Oligoklas gehörig streng genommen nicht ganz korrekt erscheint. Vergl. Tschermak, Lehrb. der Min. 1881, S. 458.

so erhalten wir nachstehende Werte:

22 SiO ₂	=	1320	62,0
5 Al ₂ O ₃	=	510	24,0
3 Na ₂ O	=	186	8,7
2 CaO	=	112	5,3
		2128	100,0.

Bei einem Vergleich der fraglichen Zahlenreihen sehen wir, dass die Gewichtsmengen nicht allzusehr von einander abweichen, und dürfte somit unserm Oligoklas die Formel zukommen:



Da, wie später gezeigt werden wird, der Chabasit und der Heulandit einen Gehalt an Strontium aufwiesen, so wurden die bei den Analysen erhaltenen Kalkniederschläge beider Feldspäte nachträglich auf dieses Element spektralanalytisch untersucht, um die Frage zu entscheiden, aus welchem Muttermineral das Strontium in die genannten Zeolithe übergegangen war. Es konnte indessen kein Strontium nachgewiesen werden; desgleichen erga eine spektralanalytische Prüfung der Feldspäte auf Lithium ein negatives Resultat.

Der Glimmer (Ausscheidung im Granitit).

Das bereits oben erwähnte Glimmeraggregat besteht aus schwarzen, stark metallglänzenden Blättchen. Selbst in den dünnsten Spaltungslamellen erweist der Glimmer sich noch undurchsichtig, und nur sehr dünne Schliffe werden mit braungelber Farbe durchscheinend. Er ist optisch negativ, der Winkel der optiven Achsen sehr klein. Auch dieser Glimmer enthält wie jener, als integrierender Bestandteil des Granitit beschriebene, Einschlüsse von Apatit, doch treten diese weit seltener auf, und Magneteisen wie auch Epidotkörnchen fehlen gänzlich. Wie alle schwarzen eisenreichen Glimmer der Verwitterung leicht preisgegeben sind, so war auch dieser schon mit einer gelblich-braunen Kruste umgeben. Letztere wurde entfernt, das zurückbleibende reine Material mikroskopisch untersucht und darauf zur Analyse verwendet. Wie schon erwähnt, hatte sich der Glimmer als sehr rein erwiesen.

Die Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

			Atomverhält.	O.	
SiO ₂	34,14	Si	15,93	0,57	18,21
Al ₂ O ₃	17,78	Al	9,41	0,35	8,37
Fe ₂ O ₃	5,78	Fe	4,05	0,07	1,73
FeO	13,59	Fe	10,70	0,19	2,89
MnO	1,59				
CaO	2,07	Ca	1,48	0,03	0,59
MgO	13,21	Mg	7,93	0,33	5,28
K ₂ O	5,70	K	4,79	0,12	0,91
Na ₂ O	1,16	Na	0,86	0,03	0,30
H ₂ O	4,50	H	0,50	0,50	4,00
	99,52				42,28
					16 = 2,64.

Spezifisches Gewicht = 3,015.

Neben den aufgeführten Bestandteilen wurden Fluor, Phosphorsäure, Kupfer, Baryum und Lithium nachgewiesen. Titansäure und Strontium, auf welche besonders Rücksicht genommen wurde, enthält der Glimmer nicht.

Die Aufstellung einer Formel war wegen der abnormen Atomverhältnisse in Folge fortgeschrittener Zersetzung des Glimmers ausgeschlossen, doch geht aus der Analyse hervor, dass derselbe dem Lepidomelan zuzurechnen ist.

Die Neubildungen im Amphibol-Granitit.

Die Neubildungen, welche die vorliegenden Stufen darbieten, bestehen ausser den namhaft gemachten Zeolithen aus Kalkspat und untergeordnet Epidot, schuppigem Eisenglanz und Pyrit. Sie treten in den Spalten und Hohlräumen des Gesteins auf und ragen mit ihren Krystallen in jene hinein oder füllen dieselben als krystallinische Massen aus.

I. Der Kalkspat und die untergeordnet auftretenden sekundären Minerale.

Der Kalkspat erscheint sowohl in ausgebildeten Krystallen als auch — und zwar weit reichlicher — in spatigen Ausfüllungsmassen. Die Krystalle sind von säuligem, tafeligem, rhomboëdrischem und sklenoëdrischem Habitus und haben oft gerundete Flächen; seltener durchsichtig und farblos sind sie gewöhnlich trüb und von milchweisser bis schmutzigweisser oder graulicher Färbung.

1. Die Krystalle von säuligem und tafeligem Habitus.

Einige gut ausgebildete, ca. 1 cm lange weissliche Individuen zeigen die Kombination $\infty R (10\bar{1}0)$. — $\frac{1}{2} R (01\bar{1}2)$; sie sind zum Teil mit Eisenglanz überzogen und sitzen einem Handstück auf, welches etwa zur Hälfte aus derbem Quarz und zur Hälfte aus Kalkspat besteht. Ein Granitstück weist 1—2 cm lange weissliche Krystalle von der Kombination $\infty R (10\bar{1}0)$. $R_3 (21\bar{3}1)$. — $2 R (02\bar{2}1)$ auf, die teilweise mit Desmin überwachsen sind.

Sehr häufig kommen verwachsene rauhe und unreine Individuen vor, deren Form der Kombination $oR (0001)$. $\infty R (10\bar{1}0)$ entspricht. Auf einer kleinen Heulandit-Stufe sind mehrere 3 mm breite milchweisse Calcitkrystalle ersichtlich, welche $oR (0001)$. $\infty R (10\bar{1}0)$. $R_3 (21\bar{3}1)$ in schöner Ausbildung erkennen lassen.

2. Die Krystalle von rhomboëdrischem Habitus.

Die rhomboëdrische Ausbildungsform ist zunächst vertreten durch ein flaches positives Rhomboëder mit scheinbarem Polkantenwinkel von annähernd 124° . Dem entsprechende Individuen von 5 mm Kantenlänge wurden auf einer kleinen Stufe teils für sich, teils in undeutlicher Verwachsung miteinander mit Desmin vergesellschaftet beobachtet. Sie sind milchweiss und haben sehr rauhe Flächen, sodass sich leider keine genauen Messungen ausführen liessen.

Ferner wurde, ebenfalls von Desmin begleitet, — 2 R $(02\bar{2}1)$. R $(10\bar{1}1)$ in etwas kleineren durchscheinenden Krystallen gefunden.

Recht häufig, besonders mit Epidot zusammen, zeigen sich rauhflächige, etwa 5 mm breite, sehr flache Rhomboëder, welche nicht näher bestimmt werden konnten. Diese sind oft nach oR (0001) zwillingsmässig verwachsen und setzen sich hin und wieder zu Formen zusammen, die an das Skalenoëder R 3 (2131) erinnern.

3. Die Krystalle von skalenoëdrischem Habitus.

Von Skalenoëdern wurde R 3 $(21\bar{3}1)$ in grösseren unreinen stark angewitterten sowie kleinen farblosen Individuen mit Desmin bzw. auch Skolezit vergesellschaftet angetroffen.

Eine Chabasitstufe bietet einzelne 3–5 mm lange farblose Kalkspatkrystalle dar, welche zum Teil die Kombination R 5 $(32\bar{5}1)$. R $(10\bar{1}1)$. — 2 R $(02\bar{2}1)$. — $\frac{1}{2}$ R $(01\bar{1}2)$ erkennen lassen. —

Hie und da sind winzige undeutliche Kalkspatkrystalle auf Desmin aufgewachsen, deren Form sich nicht bestimmen liess.

Der Calcit ist das Hauptprodukt eines Auslaugungsprozesses, welchem das Gestein unterworfen war. Er entstammt wohl grösstenteils dem Oligoklas, welcher unter allen andern Gemengteilen des Granitit in der Zersetzung am meisten vorgeschritten erscheint, doch dürfte auch die Hornblende einen nicht unwesentlichen Teil des Calcit geliefert haben.

Der schön grüne Epidot tritt entweder in kompakten Ausfüllungsmassen, welche oft von Pyrit überrindet sind, auf, oder er bekleidet, zarte Krystallnadeln darstellend, die Wände der

Hohlräume des Gesteins wie auch die Flächen mancher Calcit-, Chabasit-, Heulandit- und Desminkrystalle. An Handstücken mit hohem Hornblendegehalt wurde er stets am reichlichsten beobachtet.

II. Die Zeolithe.

Der Desmin.

Unter den bei Suhl vorkommenden Zeolithen ist der Desmin wegen seiner Häufigkeit der wichtigste. Er wird ausser von Kalkspat oft von Skolezit begleitet und ist dann mit letzterem zuweilen in der Weise verwachsen, dass angrenzende Aggregate beider Minerale an den Berührungsstellen sich gegenseitig durchdringen. Besonders erwähnenswert ist eine grössere sehr schöne Stufe, welche Desmin, Chabasit, Heulandit, Kalkspat und Epidotnadelchen, nicht aber gleichzeitig Skolezit aufweist, wogegen sich noch eine grosse Anzahl roter Feldspatkryställchen hinzugesellt, welche aus der Gesteinsmasse herausragen.

Der Desmin bildet zumeist garbenförmige, an den Enden verdickte, oder halbkugelige rosettenähnliche Aggregate von radialer, faserig-blättriger Struktur und mit facettierter Oberfläche. Häufig finden sich Zwillingsbildungen, die an den Enden keine Verdickungen zeigen und dann wie regelmässig gebaute rhombische einfache Krystalle aussehen. Die Garben sind hin und wieder seitlich aufgewachsen, im Uebrigen aber frei ausgebildet; sie sind 1—2,5 cm lang. Die Rosetten haben einen Durchmesser von 2—3 cm; es kommen aber auch flache, radial struierte Ausfüllungsmassen von 5—7 cm Durchmesser vor.

Alle diese Bildungen stellen Durchwachsungszwillinge nach OP (001) dar und zeigen die Kombination

$$\infty P \infty (010). \quad OP (001). \quad \infty P (110).$$

An Drusen mit besonders deutlicher Endausbildung der Individuen, wie solche nur bei einigen Rosetten beobachtet wurde, ist auch $P \infty (101)$ vorhanden.

Eine mit einem kleinen Reflexionsgoniometer ausgeführte Messung ergab für

$$\begin{aligned} \infty P (110) &= 119^{\circ} 30', \\ \text{nach Miller}^1) &= 119^{\circ} 16'. \end{aligned}$$

Der Desmin ist von hellbrauner bis dunkelbrauner, unrein

gelblicher oder graulicher Färbung, durchscheinend bis undurchsichtig, auf dem Klinopinakoid von perlmutterartigem Glanz, auf den übrigen Flächen glasglänzend. Unter dem Mikroskop zeigen dünne Spaltungsstücke vereinzelte gelblichbraune Einschlüsse, welche ich für Göthitnadelchen halte. Die Härte wurde zu 4, das spezifische Gewicht an verschiedenen Proben zu 2,168 bezw. 2,171 bestimmt.

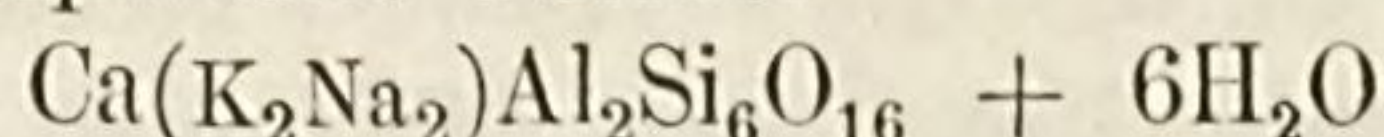
Zwei Analysen führten zu folgendem Ergebnis:

	I.	II.	Mittel		Atomverh.		O
SiO ₂	56,40	56,43	56,42	Si	26,33	0,94	30,09
Al ₂ O ₃	16,07	16,15	16,11	Al	8,53	0,32	7,58
Fe ₂ O ₃	0,19		0,19				
CaO	8,31	8,31	8,31	} 8,98 { Ca	6,41	0,16	2,57
K ₂ O	0,80	0,75	0,78				
Na ₂ O	0,22	0,23	0,23				
H ₂ O	17,74	17,80	17,77	H	1,97	1,97	15,80
			<u>99,81</u>				<u>56,03</u>
							16 = 3,50.

Es verhält sich somit

$$\begin{aligned} \text{Si} : \text{Al} &= 6 : 2,04 \\ \text{Si} : \text{Ca} &= 6 : 1,02 \\ \text{Si} : \text{H} &= 6 : 12,57 \\ \text{Si} : \text{O} &= 6 : 22,40 \\ \text{Al} : \text{Ca} &= 2 : 1,00, \end{aligned}$$

woraus sich die empirische Formel



ungezwungen ergibt.

Auf Baryum, Strontium und Lithium wurde mit Hülfe der Spektralanalyse besonders Rücksicht genommen, doch konnte keines dieser Elemente nachgewiesen werden.

Nach Websky²⁾ enthalten die gefärbten Zeolithe aus dem Granit von Striegau organische Substanz. Da nun die Farbe unseres Desmin ebenfalls auf eine derartige Beimischung schliessen liess, weil ausser den kleinen Mengen eingelagerter Göthitnadelchen, welche dem Mineral allenfalls eine rein gelbliche oder rötliche Färbung hätten erteilen können, keine färbenden Metalloxyde

1) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl. S. 720.

2) Sitzungsber. der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin vom 15. Mai 1877, S. 161.

konstatirt worden waren, so lag es nahe, auch hier auf organische Beimengungen zu prüfen. Zu diesem Zweck wurde eine Probe des Minerals im einseitig geschlossenen Glasrohr erhitzt. Es entwickelte sich ein schwacher, aber deutlich bemerkbarer, brenzlicher Geruch, und die in den kälteren Teilen des Glasrohrs sich ansammelnden Wassertropfen zeigten eine schwache alkalische Reaktion.

Es war somit die Anwesenheit organischer Substanz, wenn auch nur in minimaler Menge, erwiesen.

Der Skolezit.

Dieser Zeolith bildet flache, bis etwa 5 cm im Durchmesser haltende, Massen von radialer feinfaseriger bis feinstengeliger Struktur. Besonders häufig ist er, wie schon angedeutet war, mit faserigblättrigem Desmin¹⁾ und meist auch mit Kalkspat verwachsen. Bisweilen erscheinen die Skolezit-Aggregate von Kalkspat und Desmin durchbrochen, oder ersterer bildet die Unterlage vom Skolezit. Recht oft gewahrt man in der Begleitung des Skolezit Heulandit in schön ausgebildeten Krystallen, dagegen muss betont werden, dass unter den Begleitmineralen niemals Chabasit beobachtet wurde.

Der Skolezit ist im allgemeinen von milchweisser Farbe, während aus den Aggregaten hervorragende Stengelchen, welche oft eine Dicke von ca. 0,8 mm erreichen, farblos erscheinen. Der Glanz ist seidenartig. Unter dem Mikroskop zeigen die Fasern des Skolezit nur sehr selten Einschlüsse von Göthit. Die Härte wurde zu 5, das spezifische Gewicht zu 2,270 bzw. 2,274 ermittelt.

In Betreff des Verhaltens des Skolezit gegen starke Salzsäure ist zu bemerken, dass sein Pulver bei längerem Stehen mit dieser Säure schon bei gewöhnlicher Temperatur, beim Erwärmen fast sofort zu einer Gallerte gestand. Kenngott wie auch Lemberg²⁾ haben schon früher entgegen anderen Erfahrungen ein ähnliches Verhalten des Skolezit festgestellt, und ist somit an unserm Material die Beobachtung genannter Autoren bestätigt worden.

1) Vergl. S. 40.

2) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl., S. 723.

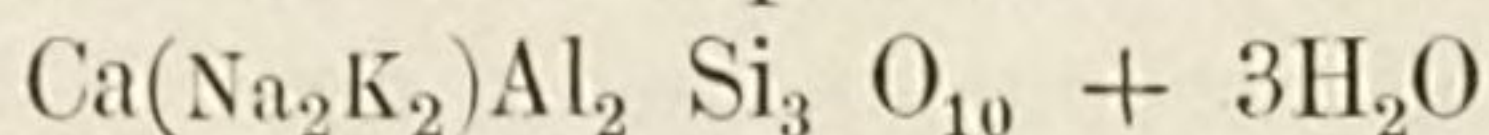
Zwei Analysen lieferten folgendes Resultat:

	I.	II.	Mittel		Atomverh.	O
SiO ₂	45,75	45,75	45,75	Si	21,35	0,76 24,40
Al ₂ O ₃	26,57	26,51	26,54	Al	14,05	0,52 12,49
Fe ₂ O ₃	Spur	Spur	Spur			
CaO	13,15	13,16	13,16	Ca	9,78	0,24 3,91
K ₂ O	Spur	Spur	Spur			
Na ₂ O	0,61	0,56	0,59			
H ₂ O	13,73	13,76	13,75	H	1,53	1,53 12,22
		99,79				$\frac{53,02}{16} = 3,31.$

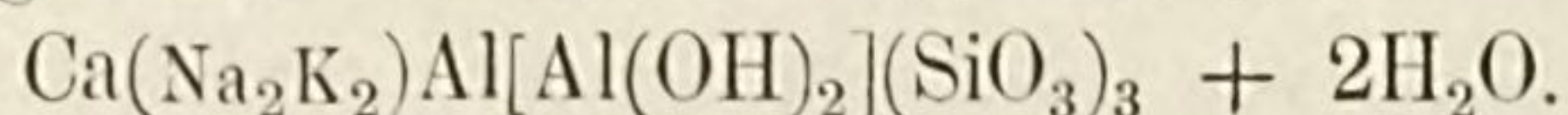
Demnach verhält sich

$$\begin{aligned} \text{Si} : \text{Al} &= 3 : 2,05 \\ \text{Si} : \text{Ca} &= 3 : 0,95 \\ \text{Si} : \text{H} &= 3 : 6,09 \\ \text{Si} : \text{O} &= 3 : 13,06 \\ \text{Al} : \text{Ca} &= 2 : 0,92. \end{aligned}$$

Hieraus ergibt sich die empirische Formel



oder in Analogie mit der Formel des Natrolith



Zwei im Rohr ausgeführte Wasserbestimmungen ergaben 13,22 bzw. 13,27% Wasser, zwei Glühverlustbestimmungen, an demselben Material im Platintiegel vor dem Gebläse ausgeführt, lieferten die in obigen Analysen verzeichneten etwas höheren Ergebnisse, sodass die für Skolezit bekannte Thatsache, dass ein Teil des Wassers erst bei starker Glühhitze entweicht, auch an diesem Vorkommen bestätigt werden konnte.

Eine spektralanalytische Untersuchung auf Baryum, Strontium und Lithium ergab ein negatives Resultat.

Der Chabasit.

Der Chabasit tritt an den vorliegenden Stufen nur in seiner gewöhnlichsten Form, dem Hauptrhomboëder auf. Auch wurden nur selten Durchwachsungszwillinge beobachtet. Die Krystalle haben meistens eine Kantenlänge von 2—4 mm, doch weist eine Stufe einen Krystall und Bruchstücke von solchen von 1 cm bzw. mehr Kantenlänge auf.

Eine Winkelmessung ergab für

R (0001) 95° (Fassathal $95^{\circ} 2' 1$).

Wie beim Skolezit so kommen auch in der Begleitschaft des Chabasit meist schöne Heulandit-Individuen vor.

Dem Gestein stets unmittelbar aufsitzend, ist er oft von Calcit unwachsen.

Er ist von rötlich-gelber Färbung und besitzt glasglänzende oder sehr häufig mit Epidotnadelchen überzogene Flächen; im Uebrigen hat er grosse Aehnlichkeit mit dem bekannten Striegauer Vorkommnis.

Unter dem Mikroskop erscheint der Chabasit in dünnen Schichten fast farblos, dagegen zeigen sich häufiger als beim Desmin Einschlüsse von Göthit, und in feinen Rissen auch braune, durch Infiltration dorthin gelangte Eisenoxydmassen, sodass die Farbe des Chabasit ohne Zweifel grossenteils hiervon herrührt. Beim Erhitzen einer Probe des Minerals im einseitig geschlossenen Glasrohr zeigten sich übrigens dieselben Erscheinungen, welche am Desmin konstatiert worden waren: es trat z. B. ein brenzlicher Geruch auf, der die Gegenwart organischer Substanz ausser Zweifel liess.

Die Härte betrug 4, das spezifische Gewicht 2,088 und 2,094.

Das zur Analyse bestimmte, möglichst wenig gefärbte Material enthielt trotz sehr behutsamen Aussuchens dennoch kleine Mengen Kalkspat, weshalb dasselbe zur Entfernung des letzteren gröblich gepulvert und in Wasserbadwärme so lange mit stark verdünnter Essigsäure behandelt wurde, bis die Kohlensäure-Entwicklung aufgehört hatte. Hiernach wurde das Material abgewaschen und bei einer 40° nicht übersteigenden Wärme getrocknet.

Zwei Analysen ergaben folgende Zusammensetzung des Chabasit:

1) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl. S. 709.

	I.	II.	Mittel		Atomverh. O		
SiO ₂	50,75	50,49	50,62	Si	23,62	0,84	27,00
Al ₂ O ₃	17,10	17,18	17,14	Al	9,07	0,34	8,07
Fe ₂ O ₃	0,42		0,42				
CaO	8,82	8,72	8,77	$\left. \begin{array}{l} \text{äq.} \\ 10,17 \\ \text{CaO} \end{array} \right\}$	Ca	7,26	0,18
SrO ¹⁾	Spur	Spur	Spur				
K ₂ O	1,15		1,15				
Na ₂ O	0,79		0,79				
H ₂ O	20,78	20,71	20,74	H	2,30	2,30	18,44
			99,63				$\frac{56,42}{16} = 3,53.$

Demnach ist

$$\text{Si} : \text{Al} = 5 : 2,02$$

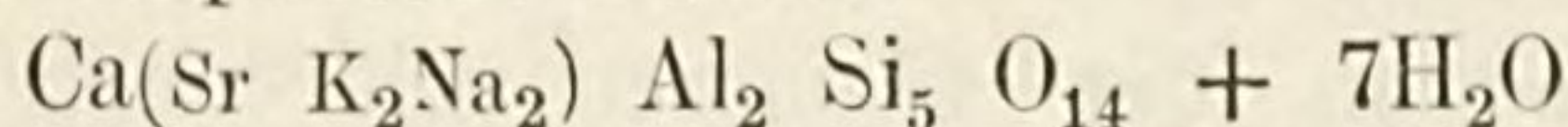
$$\text{Si} : \text{Ca} = 5 : 1,07$$

$$\text{Si} : \text{H} = 5 : 13,68$$

$$\text{Si} : \text{O} = 5 : 20,99$$

$$\text{Al} : \text{Ca} = 2 : 1,06$$

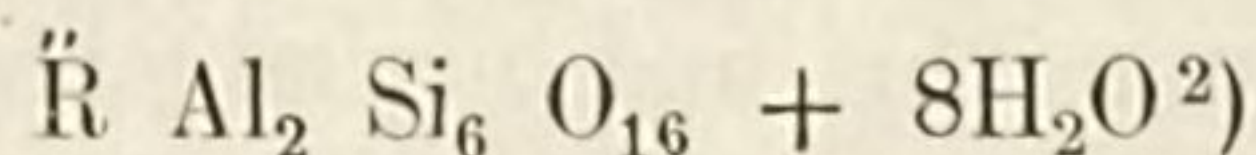
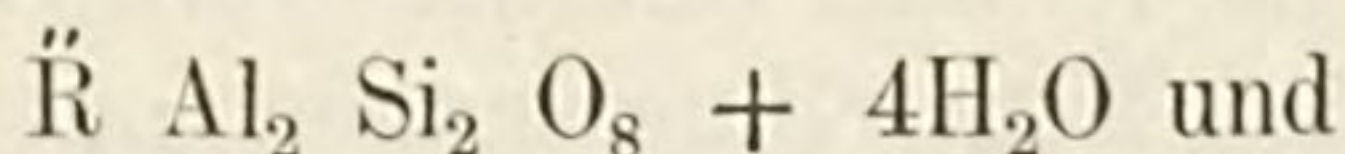
woraus sich die empirische Formel



ergibt.

Lithium war auch in diesem Zeolith nicht enthalten.

Obige Zusammensetzung entspricht also einem Gliede der Mischungsreihe zweier isomorpher Silicate, deren Endglieder



nicht bekannt sind, und gehört unser Chabasit demnach zu den siliciumreichen Abarten dieser Species.

Der Heulandit.

Auf den zahlreichen Stufen, welche mir zur Verfügung standen, ist der Heulandit nur in geringer Menge vorhanden; er zeichnet sich aber vor allen übrigen Zeolithen durch seine farblosen, meist sehr schön ausgebildeten Krystalle aus.

Auch er ist gleich dem Chabasit dem Gestein stets direkt aufgewachsen und sehr häufig von Calcit umgeben.

Einige weniger schöne Individuen haben, von OP (001) zu OP

1) Spektralanalytisch nachgewiesen.

2) P. Groth, Tabellar. Uebersicht der Min. 1889, 148.

(001) gemessen, eine Länge von etwa 12 mm und von $\infty P\infty$ (100) zu $\infty P\infty$ (100) eine Breite von ca. 3 mm; sie sind sämtlich mit der seitlichen Endfläche aufgewaschen und lassen von anderen Flächen nur wenig erkennen, da ihre Ausdehnung in der Richtung der Orthodiagonale zu gering ist.

Die flächenreicheren Krystalle haben, von OP (001) zu OP (001) wie auch von $\infty P\infty$ (010) zu $\infty P\infty$ (010) gemessen, meist einen Durchmesser von 4 mm. Da diese Krystalle $\perp$ zum Orthopinakoid eine geringere (ca. 1 mm) Ausdehnung besitzen, so erscheinen sie tafelförmig. Sie sind in der Regel mit der seitlichen Endfläche aufgewachsen und kommen am häufigsten vor.

Eine kleine Stufe zeigt zwei schöne mit dem basischen Pinakoid aufgewachsene Krystalle, deren Ausdehnung von Klinopinakoid zu Klinopinakoid 8 bzw. 10 mm, von Orthopinakoid zu Orthopinakoid 3 mm beträgt; diese Krystalle bilden Aggregate von zahlreichen mit $\infty P\infty$ (010) in paralleler Lage verwachsenen Lamellen, wie an dem basischen Pinakoid und dem Orthodoma sichtbar ist, welche treppenartig gestuft sind.

Die Kombination der kleineren wie auch der letzteren beiden Krystalle besteht aus

$$\infty P\infty (100) . OP (001) . \infty P\infty (010) . P\infty (101) . + 2P (\bar{2}21).$$

Ein Versuch, genaue Messungen anzustellen, scheiterte, da die Flächen nur mehr oder minder verzerrte Bilder lieferten. Doch wurden einige Kontrollmessungen mit einem kleinen Reflexionsgoniometer ausgeführt und hierbei folgende Werte erhalten:

Gefunden

$$\infty P\infty (100) : OP (001) = 117^{\circ} 30'; 116^{\circ} 20' 1)$$

$$\infty P\infty (100) : P\infty (101) = 130^{\circ}; 129^{\circ} 40' 1)$$

$$\infty P\infty (010) : +2P (\bar{2}21) = 112^{\circ}; 111^{\circ} 58' 1).$$

Das Klinopinakoid ist von starkem Perlmutterglanz, sonst sind alle Flächen glasglänzend.

Unter dem Mikroskop wurden in Spaltblättchen des Minerals nur sehr vereinzelte Einschlüsse von Göthit wahrgenommen.

Die Härte auf der seitlichen Endfläche beträgt 3,5, auf den übrigen Flächen 4,5; das spezifische Gewicht konnte wegen Materialmangels nicht genau ermittelt werden.

Zwei Analysen ergaben folgendes Resultat:

1) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl., S. 715.

	I.	II.	Mittel		Atomverh. O		
SiO ₂	58,30	58,31	58,31	Si	27,21	0,97	31,10
Al ₂ O ₃	16,70	16,68	16,69	Al	8,84	0,32	7,86
Fe ₂ O ₃	Spur	Spur	Spur				
CaO	8,79	8,88	8,84	} äq. {	Ca	6,87	0,17
SrO							
K ₂ O							
Na ₂ O	0,35		0,35	} 9,62 {	CaO		
H ₂ O	15,66	15,57	15,62				
			100,60	H	1,73	1,73	13,89
							<u>55,60</u>
							16 = 3,48.

Es verhält sich demnach

$$\text{Si} : \text{Al} = 6 : 1,98$$

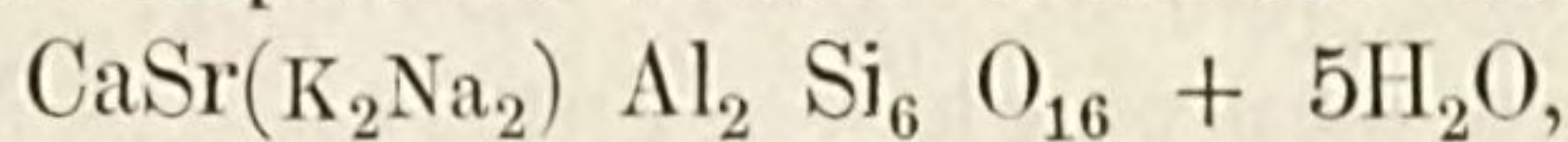
$$\text{Si} : \text{Ca} = 6 : 1,05$$

$$\text{Si} : \text{H} = 6 : 10,70$$

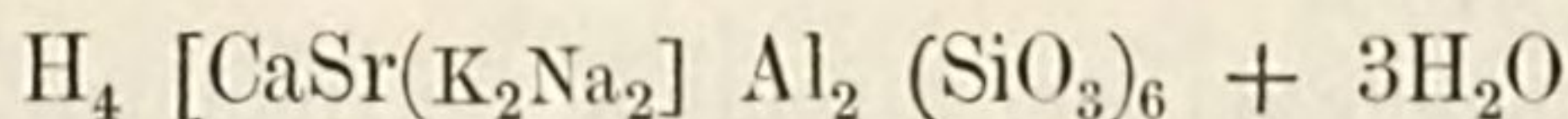
$$\text{Si} : \text{O} = 6 : 21,52$$

$$\text{Al} : \text{Ca} = 2 : 1,06,$$

woraus sich, bei der Annahme, dass das Untersuchungsmaterial noch etwas hygroskopisches Wasser enthalten habe, die Formel



bezw. in Rücksicht auf den Wassergehalt des Silikatmolekels die Formel



ergibt.

Besonders bemerkenswert erscheint der Gehalt des Heulandit an Strontium. Jannasch¹⁾, welcher eine Reihe von Heulanditen analysierte, fand in allen Strontium, weshalb er vermutete, dass dies Element in keinem Heulandit fehle. Seine Vermutung hat sich also auch an diesem Heulandit-Vorkommen als richtig erwiesen.

Die geringe Menge des Untersuchungsmaterials gestattete es leider nicht, eine quantitative Bestimmung des Strontiums auszuführen, und da eine solche nur mit einer Zerstörung aller noch vorhandenen Stufen möglich gewesen wäre, so wurde davon Abstand genommen.

1) Zeitschr. f. Kryst. und Min., herausg. v. P. Groth, 15. 118. Referat Originalabhandlung in d. Ber. d. chem. Gesch. 1887, 20, 340.

Gehen wir nun an der Hand der ausgeführten Analysen zu einigen Schlussfolgerungen über.

Besonders interessant bei unsern Zeolithen ist ihr Gehalt an Alkalien.

Die Analysen haben ergeben, dass im Desmin, Chabasit und Heulandit das Kali, im Skolezit dagegen das Natron überwiegend enthalten ist. Es scheint demnach bei ersteren Zeolithen die Neigung zu bestehen, leichter Kali als Natron aufzunehmen, während beim Skolezit das Umgekehrte der Fall ist. Ferner gestatten diese Verhältnisse den Schluss, dass der Skolezit fast ganz ein Auslaugungsprodukt des Oligoklases ist, und die kalihaltigen Mutterminerale (Orthoklas und Mikroklin) wenig zu seiner Bildung beitrugen.

Das Kali im Desmin, Chabasit und Heulandit stammt wegen der fortgeschritteneren Zersetzung der Feldspäte dem Glimmer und der Hornblende gegenüber jedenfalls zumeist aus dem Orthoklas und Mikroklin, und dürften somit Glimmer und Hornblende überhaupt keinen nennenswerten Anteil an der Bildung der Zeolithe genommen haben. Der Desmin, Chabasit und Heulandit sind demnach wesentlich als Auslaugungsprodukte des Oligoklases und nebenbei der Kalifeldspäte anzusehen.

Das Vorhandensein von Strontium im Heulandit und Chabasit bei gänzlichem Fehlen dieses Elements im Desmin und Skolezit deutet auf ein den erstgenannten Zeolithen innewohnendes Bestreben hin, bei ihrer Krystallisation Strontium in ihre Masse aufzunehmen, mit dem Unterschiede jedoch, dass dieses Bestreben im Heulandit bei Weitem grösser zu sein scheint als im Chabasit; ja alle bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass der Heulandit überhaupt nur bei Gegenwart einer gewissen Menge Strontium bildungsfähig ist.

Aus welchem Mineral nun das Strontium in diese Zeolithe gelangte, konnte leider nicht ermittelt werden wegen der Schwierigkeiten, welche sich einer genauen Trennung des Glimmers von der Hornblende einerseits und einer solchen der Feldspäte andererseits entgegenstellte.

Dass endlich das bei den Auslaugungsvorgängen des Gesteins gelöste Eisenhydroxyd am Aufbau des Zeolithmolekels nicht teilnahm, sondern in mikroskopischen Krystallen als Göthit in der

Masse der Zeolithe ausgeschieden wurde, ist wegen des schwachen basischen Charakters des Eisenhydroxyds erklärlich.

Was die Vergesellschaftung der Neubildungen im allgemeinen anbetrifft, so wurde konstatiert, und sei kurz zusammengefasst, dass Kalkspat stets vorhanden ist, Desmin und Heulandit mit allen Neubildungen gleichzeitig vorkommen, die Gegenwart von Chabasit jedoch die von Skolezit ausschliesst. Dabei ist zu bemerken, dass Desmin mit Skolezit und auch Heulandit einerseits und Chabasit mit Heulandit anderseits vorwiegend vergesellschaftet sind.

Die Altersfolge der sekundären Minerale dürfte sich nach den vorausgegangenen Beobachtungen dahin zusammenfassen lassen, dass der Calcit im allgemeinen älter als der Skolezit, aber jünger als die übrigen Zeolithe ist. Unter diesen erscheint jedoch der Desmin dem Skolezit gegenüber auch als jüngere Bildung. — Der Epidot, welcher auf fast allen übrigen Neubildungen aufgewachsen erscheint, sowie die erwähnten, auf Desmin aufsitzenden Kalkspatkryställchen sind natürlich als jüngste Bildungen zu betrachten.

Fassen wir das Auftreten unserer Zeolithe in Graniten überhaupt ins Auge, so sehen wir, dass das Vorkommen von Desmin in Granit keine seltene Erscheinung ist, wofür ausser den zahlreichen schlesischen Fundstätten¹⁾ als Königstein bei Görlitz, Striegau, Strehlen, Niklasdorf, Lomnitz, Rohrlach und Kunersdorf, die bekannten Vorkommnisse von Bodenmais²⁾ und Baveno²⁾ und endlich die schweizerischen, englischen und amerikanischen Fundorte sprechen.

Der Chabasit tritt viel seltener in Granit auf. Seine bekannteren Fundstellen in Granit sind Striegau³⁾, Baveno und Giebelbach zwischen Viesch und Laax⁴⁾.

Der Heulandit und der Skolezit endlich sind bisher am seltensten in Granit gefunden worden, z. B. beide in Striegau⁵⁾, ersterer auch bei Viesch in Wallis⁶⁾.

1) H. Traube, Die Minerale Schlesiens. Breslau 1888, S. 74 ff.

2) Tschermak, Lehrb. d. Min., 3. Aufl., S. 501.

3) H. Traube, Die Min. Schles. Breslau 1888. S. 54

4) Kennigott, Die Min. der Schweiz, 1866, S. 193.

5) H. Traube, Die Min. Schles., Breslau 1888, S. 120 bezw. 217.

6) Tschermak, Lehrb. d. Min., 3. Aufl., S. 500.

Die bei den Analysen angewandten Methoden.

Zu den Analysen wurde, soweit es möglich war, nur gebeuteltes lufttrockenes Material in Anwendung gezogen.

Die durch Isolierung mittels Thoulet'scher Flüssigkeit erhaltenen Feldspäte wurden vor der Analyse bei einer 80° nicht überschreitenden Temperatur getrocknet.

Die Kieselsäure wurde in den durch Salzsäure nicht zersetzbaren Silicaten bestimmt durch Aufschliessen der Substanz mit Kalium-Natriumcarbonat, Aufnehmen der Schmelze mit verdünnter Salzsäure, Eindampfen und völliges Verjagen der letzteren auf dem Wasserbade (durch Nachgabe von Wasser zu dem trockenen Rückstand und abermaliges Verdampfen), vierstündiges Austrocknen des Rückstandes auf dem Wasserbade, halbstündige Digestion mit möglichst wenig, eventuell nachzugießender, konzentrierter Salzsäure, Aufnehmen mit heissem Wasser, Abfiltrieren und schnelles Auswaschen mit heissem Wasser.

Da trotz der Digestion mit konzentrierter Salzsäure bei hohem Eisengehalt der Mineralproben die Kieselsäure mit Fluorwasserstoff nicht völlig flüchtig war, sondern nach stattgehabtem Glühen gewöhnlich ein kleiner Rückstand (0,1—0,2% der bestimmten Kieselsäure) im Tiegel konstatiert wurde, so wurde der Rückstand gewogen, sein Gewicht von dem der Kieselsäure abgezogen, alsdann in Salzsäure gelöst und mit dem Filtrat von der Kieselsäure vereinigt.

Die Aufschliessung der Zeolithe geschah mit starker Salzsäure in üblicher Weise, sonst verfuhr ich wie oben.

Im Filtrat von der Kieselsäure wurden zunächst Thonerde und Eisen bestimmt. Der Thonerde-Eisenniederschlag musste bei dem hohen Kalkgehalt des gegebenen Materials durch Lösen in Salzsäure und wiederholtes Fällen mit Ammoniak von eingeschlossenem Kalk gereinigt werden. Bei Gegenwart von Mangan wurde nur eine einmalige Fällung und zwar durch längeres Kochen der nur eben sauren stark konzentrierten Lösung mit krystallisiertem Natriumacetat und schnelles Verdünnen mit kochendem Wasser vorgenommen. In jedem Falle wurde der kalkfreie Thonerde-Eisenniederschlag nach dem Auswaschen in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung in zwei Teile geteilt, in einem Teil das Gesamtgewicht des Aluminium- und Eisenoxydes be-

stimmt, in dem andern Teil im Ventilkölbchen das Eisenoxyd mittels Zinks reduziert und dann mit Chamäleon titriert; die Menge des Aluminiumoxyds ergab sich alsdann aus der Differenz.

Die Eisenoxydulbestimmungen geschahen durch Aufschliessen der Mineralproben mittels Schwefelsäure (2 Vol. + 1 Vol. Wasser) im zugeschmolzenen Rohr im Wasserbade und Titration mit Chamäleon.

Das Mangan wurde in von Thonerde und Eisen befreiter essigsaurer Lösung durch mehrstündiges Digerieren im Wasserbade mit Brom ausgefällt und als Manganoxyduloxyd gewogen.

Kalk und Magnesia wurden in gewohnter Weise ausgefällt, und ersterer als Oxyd, letztere als Pyrophosphat gewogen.

Die Bestimmung der Alkalien geschah durch Abscheidung des Kaliums aus den Chloriden mittels Platinchlorid, und Berechnung des Natriums aus der Differenz. Die in Salzsäure unlöslichen Silicate wurden mit Flußssäure unter Zusatz von etwas Schwefelsäure aufgeschlossen. Bei Abwesenheit von Magnesia wurden die aus dem Fluss-Schwefelsäureaufschluss erhaltenen Sulfate der Alkalien durch wiederholtes schwaches Glühen mit Ammoniumchlorid in Chloride übergeführt. Wenn Magnesia zugegen war, so wurden behufs Entfernung derselben aus dem Filtrat vom Calciumoxalat zunächst die Ammonsalze durch Abdampfen und Glühen verflüchtigt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, mit überschüssigem Baryumhydroxyd längere Zeit erhitzt (um Magnesia als Hydroxyd zu fällen), filtriert, im kochenden Filtrat das überschüssige Baryumhydroxyd durch Einleiten von Kohlensäure niedergeschlagen, das gebildete Baryumcarbonat abfiltriert, und das Filtrat unter Zugabe von etwas Ammoncarbonat eingedampft. Der Rückstand, welcher nun aus den Carbonaten der Alkalien bestand, wurde geglüht und behufs Reinigung der letzteren wiederholt gelöst, filtriert und abgedampft. Durch Zusatz von Salzsäure endlich wurden die Alkalien in Chloride übergeführt. Die Wasserbestimmungen geschahen teils im Verbrennungsrohr mit tariertem Chlorcalciumrohr, teils wurden sie durch Glühen der Proben im Platintiegel über dem Gebläse und Wägen des Rückstandes ausgeführt. Bei den Zeolithen wurde durchweg die letztere Methode angewendet.

Die Untersuchungen auf Schwermetalle, Phosphorsäure und Titan geschahen in Aufschlüssen von 10–20 Gramm. Bei der

Prüfung des Glimmers auf Strontium wurden 20 Gramm in Anwendung gebracht.

Die Volumgewichtsbestimmungen wurden mit Ausnahme der durch die Thoulet'sche Lösung gewonnenen Feldspäte an den feinkörnigen Mineralproben in einem Pyknometer bei 15° ausgeführt.

Die den Berechnungen zu Grunde gelegten Atomgewichte.

Si = 28	Ca = 40	H = 1
Al = 27	Mg = 24	Pt = 195
Fe = 56	K = 39	Cl = 35,5
Mn = 55	Na = 23	P = 31.

Die chemischen Arbeiten vorstehender Abhandlung wurden im Erlanger Laboratorium für angewandte Chemie, die petrographischen und mineralogischen Untersuchungen im Erlanger mineralogisch-geologischen Institut ausgeführt.

Uebersichtstabelle der ausgeführten Analysen.

Anm. Die Horizontalstriche in den Kolonnen deuten an, dass auf die betr. Körper Rücksicht genommen wurde.

	Amphibol-Granitit I.	A.-Granitit II (verwittert).	Orthoklas	Oligoklas (mit Orthoklas untermischt).	Schwarzer Glimmer.	Desmin.	Skolezit.	Chabasit.	Heulandit.
	Spez. Gew. = 2,735.	Spez. Gew. = 2,748.	Spez. Gew. = 2,564.	Spez. Gew. = 2,666.	Spez. Gew. = 3,015.	Spez. Gew. = 2,168—2,171.	Spez. Gew. = 2,270—2,274.	Spez. Gew. = 2,088—2,094.	Spez. Gew.?
	O-Quotient = 2,96.	O-Quotient = 2,89.	(KNa:Al:Si ₂ :O ₇).	Nach Abzug des Orthoklases festgestellte Formel: $\frac{3}{2}$ Na ₂ Al ₂ Si ₂ O ₁₆ Ca ₂ Al ₂ Si ₄ O ₁₆	Formel ?	I. II.	I. II.	I. II.	I. II.
SiO ₂	60,08	53,75	63,19	61,52	34,14	56,40	45,75	50,75	58,30
Al ₂ O ₃	13,90	12,63	19,48	24,31	17,78	16,07	26,57	17,10	16,70
Fe ₂ O ₃	7,16	9,06	0,38	—	5,78	0,19	Spur	0,42	Spur
FeO	3,50	4,44	—	0,48	13,59	—	—	—	—
MnO	Spur	Spur	—	—	1,59	—	—	—	—
CaO	4,04	5,27	0,59	4,14	2,07	8,31	13,15	8,82	8,79
MgO	2,91	4,57	Spur	Spur	13,21	—	—	—	—
K ₂ O	2,35	1,93	11,59	2,32	5,70	0,80	Spur	1,15	0,79
Na ₂ O	3,23	3,37	4,20	6,10	1,16	0,22	0,61	0,79	0,35
H ₂ O	2,61	4,00	0,51	1,65	4,50	17,74	13,73	20,78	15,66
BaO	Spur	Spur	—	—	Spur	—	—	—	—
SrO	?	?	—	—	—	—	—	Spur	Wieviel?
Li ₂ O	Spur	Spur	—	—	Spur	—	—	—	—
CuO	"	"	—	—	"	—	—	—	—
TiO ₂	"	"	—	—	"	—	—	—	—
P ₂ O ₅	"	"	—	—	Spur	—	—	—	—
F	"	"	—	—	Wieviel?	—	—	—	—

Hermann von Helmholtz.

Rede zur Feier seines 70. Geburtstages.

Gehalten von E. Wiedemann.

In H. v. Helmholtz sehen wir einen der Geisterheroen vor uns, wie dieselben nur sehr, sehr selten auftreten; ihr Erscheinen bezeichnet den Abschluss einer Periode in der Entwicklung der Wissenschaften und den Beginn einer neuen. Nicht eine Wissenschaft rechnet ihn zu den ihrigen, sondern fast alle Naturwissenschaften verdanken ihm Förderung. Auf den mannigfachsten Gebieten hat Helmholtz Grosses geleistet, Arbeiten geschaffen, deren jede einzelne genügt hätte einen Forscher unter die ersten seiner Fachgenossen zu erheben. Helmholtz ist Physiolog und Physiker, Mathematiker und Philosoph, Zoolog und Anatom; und wo er eingreift, entsteht bedeutendes.

Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz wurde am 31. August 1821 zu Potsdam geboren, wo sein Vater Gymnasiallehrer war. Er war ein schwächliches Kind, das viel zu Hause bleiben musste und dort auf sein Spiel angewiesen war, dabei beschäftigte er sich vor allem gerne mit einem Baukasten. Angeregt durch diesen interessierte er sich besonders für Geometrie, dann für Mathematik im Allgemeinen und für die Naturwissenschaften. Alles was nicht in einen logischen Zusammenhang gebracht werden konnte, vermochte er nur schwer seinem Gedächtnisse einzuprägen, so z. Bsp. grammatische Regeln; dagegen lernte er leicht Homer, Horaz auswendig. Einen sehr wichtigen Einfluss, wenn auch zunächst in negativer Richtung übten Spaziergänge aus, welche er mit seinem Vater, der von den Freiheitskriegen her Fichtianer, und einem Freunde desselben, der Hegelianer war, unternahm. Deren Dispute, die nie zu einem Abschluss gelangten, verleiteten ihm metaphysische Betrachtungen und drängten ihn dazu stets an die Realität anzuknüpfen; wir werden später noch oft hiervon Spuren entdecken.

Er studierte 1838 in Berlin Medizin und zwar am Friedrich-Wilhelm-Institut, einer Anstalt zur Ausbildung von Militärärzten. Aus den Ersparnissen, die er während einer Erkrankung am Typhus machte, während dessen er als Zögling der Anstalt unentgeltlich verpflegt wurde, vermochte er sich ein Mikroskop anzuschaffen, ein damals noch wertvoller Schatz. Es leistete ihm bei der Untersuchung der Ganglien bei Inverteberaten, mit der er promovierte und zu der er von seinem grossen Lehrer Johannes Müller angeregt worden war, sowie bei seinen späteren Forschungen über Fäulniss vorzügliche Dienste. In letzteren wies er zunächst im Gegensatz zu Liebig nach, dass Sauerstoff allein keine Fäulniss hervorbringen kann, weitere Versuche liessen ihm indess dies Resultat als zweifelhaft erscheinen. Im Jahre 1842 wurde er dann Assistenzarzt an der Charité, 1843 Militärarzt in Potsdam, wo er unter dem Mangel an literarischen Hilfsmitteln sehr zu leiden hatte, 1848 Lehrer der Anatomie an der Kunstakademie in Berlin als Nachfolger des ihm in vieler Hinsicht geistesverwandten Brücke. Zugleich entwickelten sich nahe Beziehungen zu Du Bois Reymond, der bei Johannes Müller arbeitete. Du Bois beschäftigte sich damals mit den elektrischen Erscheinungen der Nerven; dadurch wurde Helmholtz zu den weittragenden Arbeiten über die Fortpflanzung der Reizung in den Nerven geführt, Arbeiten, an die schon Du Bois gedacht, die er aber nicht zu unternehmen gewagt hatte. 1849 wurde er als Professor der Physiologie und pathologischen Anatomie nach Königsberg berufen, 1855 als Professor der Anatomie und Physiologie nach Bonn. Es ist dies die Zeit, wo die Physiologie unter dem Einfluss eines E. H. Weber, Ludwig, Brücke, Helmholtz mehr und mehr sich zu einer selbständigen Wissenschaft entwickelte. Sie löst sich von der Anatomie, mit der sie bis dahin auf das engste verbunden war, los und sucht zu Physik und Chemie Fühlung, aus deren Gesetzen sie die Vorgänge der Erscheinungen am lebenden Körper zu erklären suchte. 1858 wurde ein Lehrstuhl für Physiologie in Heidelberg gegründet; einem Ruf dorthin leistet Helmholtz Folge und arbeitet zunächst in dem alten „Ritter“, in demselben Haus, in dem eine Treppe höher Kirchhoff und Bunsen ihre Arbeiten über Spectralanalyse ausführten. Später bezog er mit Kirchhoff ein neues Institut. Als Magnus in Berlin starb, konnte es sich bei der Frage nach seinem Nachfolger allein

um Helmholtz handeln, der im Jahre 1871 dorthin übersiedelte. Wenige Jahre später folgte ihm Kirchhoff. Als dann 1887 W. Siemens durch die Schenkung einer sehr grossen Summe die Gründung einer Technischen Reichsanstalt ermöglichte, übernahm Helmholtz die Direktion derselben, und leitete dieselbe in grösster geistiger Frische bis zum heutigen Tage; jede der dort ihm entgegentretenden technischen Fragen löst er mit der ihm eignen Klarheit und Uebersicht.

Reiche äussere Ehren sind Helmholtz zu Teil geworden. 1883 wurde er geadelt, wol auf Antrag des damaligen Kronprinzen von Preussen, zu dessen Kreise Helmholtz als ein oft und gerne gesehener Gast gehörte, und zu seinem 70ten Geburtstage ist ihm der Titel Excellenz verliehen worden.

Helmholtz war zweimal verheiratet, das eine Mal mit der Tochter eines hannover'schen Artillerieoffizieres Penne, einem direkten Nachkommen des Penne, von dem Pennsylvanien seinen Namen hat, das zweite Mal mit der Tochter des bekannten Staatsmannes von Mohl. Das Helmholtz'sche Haus ist einer der Sammelpunkte des Berliner geistigen Lebens, wo die verschiedensten Interessensphären sich berühren. Von seinen Kindern ist die älteste Tochter gestorben, die zweite mit einem Sohne von Werner von Siemens verheiratet, in ihnen vereinen sich die Familien der grössten Forscher auf technischem und auf wissenschaftlichem Gebiete. Der älteste Sohn ist ein ganz hervorragender Ingenieur, und wie sein Vater schon als Kind die Anregung zu seinen Arbeiten empfing, so kannte der Sohn schon als Knabe in Heidelberg alle Lokomotiven in ihren Eigentümlichkeiten. Helmholtz zweiter Sohn Robert ist leider nur zu früh den Seinen und der Wissenschaft entrissen worden. Eine Reihe ausgezeichneter Arbeiten haben seine hohe Begabung erkennen lassen, Arbeiten, die vielfach den Stempel vererbter Anlagen tragen, trotzdem Helmholtz selbst die Arbeiten seines Sohnes in keiner Weise beeinflusst hat; er bekam sie gewöhnlich erst nach ihrer Vollendung zu sehen.

Helmholtz' Persönlichkeit ist eine ausnehmend eindrucksvolle; jeder der ihm hat näher treten dürfen, wird dies voll empfunden haben; besonders auffallend ist die ungemeine Ruhe, die ihn auszeichnet und die in der grossen Klarheit des Denkens und Empfindens wurzelt.

Der Lebensgang von Helmholtz, wie ich ihn Ihnen kurz geschildert habe, der so reich bewegt und so vielseitig gestaltet war, konnte natürlich nur für einen so all umfassenden Geist möglich sein, musste aber auch umgekehrt für ihn von grosser Bedeutung werden. Schon dass ihn die äusseren Verhältnisse veranlassten, zunächst Medizin zu studieren, zwang ihn, sich auf allen Gebieten der Naturwissenschaft zu orientieren; er selbst hat öffentlich und im Gespräch die Bedeutung dieses Bildungsganges hervorgehoben und z. B. geraten, dass auch Physiker wenigstens das Tentamen physikum absolvieren sollten. Spuren seiner Thätigkeit an der Kunstakademie finden wir in den vielen Untersuchungen, welche die Grenzgebiete zwischen Aesthetik und Naturwissenschaft behandeln.

Als Helmholtz in den vierziger Jahren nach Berlin kam, herrschte dort ein ungemein reges physikalisches Leben. Grosse Gebiete der Physik hatten feste Gestalt angenommen, die Meckanik, gewisse Gebiete der Elektrizitätslehre. Da hatte Magnus ein physikalisches Laboratorium aus eigenen Mitteln gegründet, freilich nicht in unserem Sinne, sondern ein Forschungslaboratorium, in dem junge Gelehrte unter seiner, meist nur wenig nachhelfenden Leitung experimentierten. Diese jungen strebenden Geister schlossen sich zu der physikalischen Gesellschaft zusammen. Zu ihr gehörten um das Jahr 1850 Helmholtz, Clausius, Kirchhoff, Du Bois, Karsten, Knoblauch, Beetz, mein Vater u. a., d. h. also diejenigen, welche neben den Schülern von Neumann in Königsberg und den sehr wenigen von W. Weber in Göttingen lange Zeit die Physik an unseren Hochschulen vertreten haben. Die Fülle der Anregungen, die in diesem Zusammenleben der Einzelne empfing, ist an keinem derselben spurlos vorübergegangen. Dies spricht sich in der Universalität der Durchbildung und dem Umfang des Wissens und Könnens aus, die jene Gelehrten auszeichnet. Sie waren es ja auch, die zusammen grosse Gebiete der Physik eroberten und unter denen die deutsche experimentelle Physik einer der ausländischen vollkommen ebenbürtige Stellung einnahm. Das war auch der Kreis, in dem Helmholtz's Prinzip von der Erhaltung der Energie jubelnde Zustimmung fand.

Bei allen seinen Forschungen knüpft Helmholtz an die That-
sachen an und zieht aus ihnen die Konsequenzen; er geht nicht
von allgemeinen Hypothesen aus, um aus ihnen die Einzelersei-
nung zu deduzieren. So ist es beim Prinzip von der Erhaltung
der Energie, das eine direkte Folge der Ergebnisse der bisherigen
Forschungen der Physiker war, und das ihm als etwas selbstver-
ständliches erschien. Aber wie steigt Helmholtz von den That-
sachen auf; mit gewaltigen Sprüngen erreicht er Höhen, von
denen aus ihm Gebiete, weit abliegend von dem Ausgangspunkte,
erschlossen sind. Vielseitigkeit und Höhe der Auffassung, Tiefe
und vor allem die Ausdauer des Denkens zeichnen ihn aus. Wie
speziell mag die Frage nach der Aenderung der elektromotori-
schen Kraft eines galvanischen Elementes mit der Temperatur
erscheinen, ein Thema für eine Doktordissertation; Helmholtz
wird sie ein Ausgangspunkt für die Trennung der gesamten
Energie in freie und gebundene.

In dieser Anlage Helmholtz', stets an das thatsächliche an-
zuknüpfen, liegt auch der Grund, warum er keine Hypothesen
über die Natur der Atome, des Magnetismus und der Elektrizität
aufgestellt hat, nicht als ob er diese Hypothesen verachtete und
nicht benutzte, im Gegenteil, wo es irgend zweckmässig erscheint,
erweitert und vertieft er sie; darin gleicht er weit mehr Clausius
und Maxwell als Kirchhoff.

Ruhen doch gerade eine Anzahl von Helmholtz' neueren
Arbeiten auf den Faraday-Maxwell'schen Anschauungen von dem
Wesen des Lichtes und der Elektrizität und den von Clausius
und Krönig entwickelten Anschauungen über das Wesen der Gase.
In seinen theoretischen Untersuchungen benutzt Helmholtz die
schwierigsten Hilfsmittel der Mathematik, aber stets ist ihm das
Reale die Hauptsache, das Formale die Nebensache.

Helmholtz' Arbeit spinnt sich wenig am Schreibtische ab;
seine Arbeitszeit ist kurz, seine Ruhezeit sehr lang. Nach dem
Abendessen arbeitet er nie, da liest er Reiseerzählungen und ähn-
liches. Morgens früh kommen ihm die besten Gedanken, auf
Spaziergängen spinnt er sie weiter aus; für seine Begleitung ist
er dann ein wenig unterhaltender Gesellschafter; steigt er in den
Bergen umher, so muss er sich besonders schwierige Wege aus-
ersehen die ganz seine Aufmerksamkeit fesseln, um nicht zu simu-
lieren. Sonst muss er bei jeder Gelegenheit arbeiten und denken.

Jeder Eindruck, jede Beobachtung löst ihm Gedankenreihen aus, und überall sucht er auch Beobachtungen zu sammeln, um daran Schlüsse anzuknüpfen. An der Riviera lässt er sich am Cap von Antibes nieder und studiert die Wellenzüge. Der Wind, der sich längs der Wasserfläche hinbewegt, überträgt auf diese einen Teil der Energie und es entstehen stehende Wellen; ebenso aber auch zwischen zwei Schichten in der Luft von verschiedener Geschwindigkeit, und sein Auge, das am bewölkten Himmel entlang gleitet, sieht in den Schäfchen, die reihenweise nebeneinander geordnet sind, die Zeichen solcher Wellen. Damit ist der Meteorologie ein neuer Gesichtspunkt eröffnet, der von grosser Bedeutung geworden ist. Hört er Musik, so folgt er auf der einen Seite den Tonreihen des grossen Musikers, zugleich löst aber sein in seltenem Grade geschultes Ohr dieselben in ihre Einzelglieder auf. In Gemäldegalerien studiert er sorgfältiger als andere die Bilder und während diese sich in Begeisterung für dieselben hypnotisieren, empfindet er voll und ganz ihre Schönheit, zugleich sucht und findet er die Gründe für dieselbe.

Helmholtz hat aber nicht allein selbständig Grosses geschaffen, sondern auch die Arbeiten Anderer auf das emsigste durchstudiert und einheitlich verarbeitet; den Fortschritten der Wissenschaft folgt er stets mit grösster Aufmerksamkeit. Durch seine Art des Lesens wird ihm das sehr erleichtert, er liest den Anfang und das Ende, stimmt es zusammen, so ist er zufrieden, stimmt es nicht, so sucht er den Fehler; es erinnert das an eine gute Regel von Kirchhoff, die er mir einmal gab, „verstehe ich eine Abhandlung nicht, so lese ich den Anfang und das Ende und mache mir die Zwischenglieder selber.“

Der direkte Einfluss des Vortrages von Helmholtz auf die grosse Zahl der Studierenden ist ein beschränkter gewesen; sein Vortrag ist für sie zu hoch; er sieht die Schwierigkeiten nicht, die ihnen ein Problem fast unlösbar erscheinen lassen, weil er sie spielend überwindet. Für Fortgeschrittenere waren aber stets seine Vorlesungen von grosser Anregung. Da, wo er sich Zeit gelassen hat, und lassen konnte, Vorträge oder Werke vollkommen auszuarbeiten, da entstehen Meisterwerke der Darstellung und des Stiles, Werke in denen Form und Inhalt einander vollkommen entsprechen, so in seinen öffentlichen Vorlesungen, in seinen Tonempfindungen, in seiner physiologischen Optik.

Alle unsere Naturforscher sind mehr oder weniger seine Schüler, alle bauen auf einer Basis weiter, die er gelegt, und helfen das Haus eindecken, dessen Säulen er hoch hinaufgeführt, aber keiner mit Ausnahme von Hertz auf elektrischem Gebiete kann sagen, dass er im gewöhnlichen Sinne des Wortes sein Schüler gewesen. Selbstverständlich sind unter seiner Leitung viele Arbeiten gemacht, aber der späteren Entwicklung wol nur sehr weniger Forscher hat er seinen Stempel aufgedrückt, wie dies bei Neumann in Königsberg in so hohem Masse der Fall war; er hat nie ein Seminar geleitet: seine und der anderen Art zu denken sind eben inkommensurabel. Das macht sich auch bei vielen der Arbeiten geltend; oft schreitet die Entwicklung sprungweise fort, Helmholtz war sich der fehlenden Zwischenglieder gar nicht bewusst. In einem Satze spricht er Ausgangspunkt und Resultat langer Denkreihen aus und überlässt es den Lesern die Zwischenglieder einzufügen. Dass aus Maxwell's elektromagnetischer Lichttheorie die Gesetze der Brechung und Reflexion des Lichtes in jeder Hinsicht folgen, sieht er intuitiv und Lorentz beweist in einer umfangreichen Schrift, dass Helmholtz' Schlüsse richtig sind.

Helmholtz' geistige Arbeit ist in einer Reihe von Abhandlungen, seinen Werken über die Lehre von den Tonempfindungen und seiner physiologischen Optik und nicht zum wenigsten in seinen populären Vorträgen niedergelegt. Gestatten Sie mir, Ihnen einiges daraus mitzuteilen.

Die bedeutendste und weitgreifendste Arbeit von Helmholtz trägt den Titel „Ueber die Erhaltung der Kraft“; sie erschien 1847. Wir würden jetzt sagen, „über die Erhaltung der Energie, und des Arbeitvorrates“, denn das ist was Helmholtz unter Kraft versteht. Das Ergebnis der Abhandlung fasst sich zusammen in dem Satze: Die Energie des Weltalls ist eine Konstante, oder mit anderen Worten, wenn Energie einer Form verschwindet, so entsteht eine genau gleiche Menge Energie einer anderen Form. Schon früher war dieser Satz für die Wechselbeziehungen zwischen Wärme und Arbeit ausgesprochen und zwar von Joule und Colding und wie wir jetzt aus den nachgelassenen Papieren von Sadi Carnot wissen, hatte auch er, der ursprünglich ein Anhänger der Materialität der Wärme war, sich später zu der Ansicht bekannt, dass die Wärme eine Form der Bewegung sei, und das mechanische Wärmeäquivalent berechnet. In allgemeiner Weise war er von

R. Mayer ausgesprochen worden. Den Satz für die Aequivalenz von lebendiger Kraft und Arbeit in der Mechanik, von Wärme und Arbeit in der Wärmelehre hat nun Helmholtz unter ein ganz allgemeines Prinzip als Spezialfälle untergeordnet und an der Hand der Thatsachen gezeigt, dass, mag die Energie in mechanischen, thermischen, elektrischen, magnetischen, optischen Phänomenen ihren Grund haben, sie nur in aequivalenter Menge umgewandelt werden kann. Später ist Helmholtz wohl vorgeworfen worden, er habe den Verdiensten anderer, vor allem Robert Mayers nicht genügend Rechnung getragen; er kannte aber die Arbeit des Heilbronner Arztes nicht, sie war in Liebigs Annalen veröffentlicht, einem Journal, in dem man solche Arbeiten nicht suchte, Jahresberichte u. dergl. gab es zur damaligen Zeit nicht, aber selbst wenn Helmholtz die Arbeit gekannt hätte, so wäre sein Ruhm, das Prinzip der Erhaltung der Energie aufgestellt zu haben, dadurch in Nichts geschmälert; die Höhe der Auffassung ist bei Helmholtz eine ganz andere und die Art der Begründung eine viel sicherere. Nachdem Helmholtz die Arbeit Robert Mayers kennen gelernt, hat er rückhaltslos dessen Leistungen anerkannt und ist stets für die Priorität desselben eingetreten und hat sie besonders auch englischen Ansprüchen gegenüber vertheidigt.

Uns Jüngere berührt es wunderbar, wenn wir hören, dass Helmholtz' Schrift von der Erhaltung der Kraft, ebenso wie die Mayer'sche Schrift von Poggendorff, dem Redakteur des hauptsächlichsten physikalischen Journales zurückgewiesen wurde und dass sie auch in den Kreisen der Berliner Akademie, der doch bedeutende Physiker angehörten, keinen Anklang fand. Eine Ausnahme machte Jacobi, dem diese Untersuchungsreihen besonders nahe lagen; er hat ja selbst wesentlich an dem Ausbau der Mechanik mitgewirkt. Die älteren Physiker, wie Magnus, Dove, Poggendorff gehörten ganz der experimentellen Richtung an und wollten von der mathematischen Behandlung nicht allzuviel wissen, oder betrachteten doch die mathematische Physik als ein Gebiet vollkommen für sich. Sagte doch zu derselben Zeit Magnus zu manchem seiner Schüler, Clausius müsse sich entscheiden, ob er experimenteller oder mathematischer Physiker werden wolle. Eine Vereinigung von experimenteller und mathematischer Richtung, bei der aber das Hauptgewicht auf letzterer lag, finden wir in Königsberg bei Neumann, dessen Schule ihre höchste Blüthe in

Kirchhoff gezeitigt und in Göttingen, wo Gauss und W. Weber zusammenarbeiteten. In Berlin war es die junge Generation, die sich eingehend mit mathematischen Studien beschäftigte und daher auch befähigt war Helmholtz' grosses Resultat zu erfassen. Vor allem ist es wohl Clausius gewesen, der die ganze Bedeutung übersah und sehr bald die schönsten Resultate erzielte, als er angeregt durch ein Referat in Magnus Colloquium, Helmholtz' Resultat mit dem Carnot'schen Kreisprozess in Verbindung brachte und in schneller Folge den beiden Hauptsätzen der mechanischen Wärmetheorie die Gestalt gab, in der wir dieselbe noch heute benutzen.

Das Prinzip von der Erhaltung der Energie ist in gewissem Sinne ein beschränkendes und sagt uns nur über die quantitativen Verhältnisse etwas aus, die bei Umsetzungen walten müssen. Dagegen gibt es uns noch keine Bestimmung darüber, in welchem Sinne die Verwandlung erfolgen muss, ob Arbeit unbegrenzt in Energie der Wärme und letztere unbegrenzt in Arbeit verwandelbar ist, wie sich dasselbe bei der Elektrizität, bei dem Lichte u. s. w. gestaltet; eine solche Bestimmung erhalten wir erst durch theils von Helmholtz selbst, theils von anderen weiter geführte Untersuchungen, die in seiner Unterscheidung zwischen freier und gebundener Energie ihren Abschluss finden; aus ihnen erfahren wir z. Bsp. einen wie grossen Teil der Wärme, die in einem galvanischen Element bei chemischen Prozessen entwickelt wird, sich als Stromesarbeit wiederfindet, eine Frage von eminent praktischer und theoretischer Bedeutung. Die Energieformen ordnen sich nach diesen Betrachtungen in verschiedene Rangstufen, je nachdem sie mehr oder weniger vollkommen in mechanische Arbeit verwandelbar sind.

Helmholtz hat auch später noch die einzelnen mechanischen Sätze auf allgemeine Prinzipien zurückgeführt. So zeigte er für alle umkehrbaren Naturprozesse, also diejenigen, welche ebensogut vor wie rückwärts durchlaufen werden können, dass das allgemeinste Gesetz, welches sie regelt, das Prinzip der kleinsten Wirkung ist. Ein umkehrbarer Prozess ist z. B. der in vielen Elementen sich abspielende, die in Folge der chemischen Prozesse in ihnen einen Strom liefern, während wenn der Strom in entgegengesetztem Sinne durch sie hindurch geschickt wird, ein chemischer Prozess auftritt, der dem ursprünglichen gerade ent-

gegengesetzt ist. Einen anderen umkehrbaren Prozess haben wir beim Erhitzen von Jodwasserstoffsäure; bei hohen Temperaturen entsteht Jod und Wasserstoff, beim Abkühlen bildet Jodwasserstoff sich zurück. Für nicht umkehrbare Prozesse, so für die meisten chemischen Prozesse, gelangt Helmholtz zu der Ansicht, dass es nur in unseren mangelnden Hilfsmitteln liege, sie zu umkehrbaren zu machen, da wir nicht alle durch den ersten Prozess erzeugten Verschiebungen und Bewegungen umkehren können. Wäre uns eine vollkommene Umkehrung aller Prozesse in einem gegebenen Momente möglich, so müsste die Weltentwicklung entgegengesetzt durchlaufen werden.

In neuerer Zeit hat dann Helmholtz noch mehrere namentlich für die mechanische Wärmetheorie wichtige Arbeiten über monocyklische Systeme verfasst, die in der Hand von Boltzmann zu folgensweren Ergebnissen führten.

Die bisher besprochenen Untersuchungen waren ganz allgemeiner Natur, ihre Konsequenzen müssen für alle Gebiete der Naturforschung in gleicher Weise gelten; anwendbar sind sie in um so höherem Grade, je mehr wir einen Einblick in die den Erscheinungen zu grunde liegenden mechanischen Vorgänge erhalten.

Ich möchte jetzt eine Reihe von spezielleren Arbeiten besprechen.

Von den mannigfachsten Seiten war schon seit Jahrhunderten die Bewegung der Flüssigkeiten und Gase behandelt worden; dabei waren aber, ihrer Schwierigkeit wegen, sorgfältig alle die Fälle ausgeschlossen worden, bei denen innerhalb eines kleinen Raumes rotierende Bewegungen, Wirbelbewegungen auftreten. In einer einzigen Abhandlung von mässigem Umfang legt Helmholtz dar, wie auch diese Probleme mathematisch behandelt werden können. Er gelangt dabei zum Begriff des Wirbelfadens; dies sind beliebig gewundene Teile der Flüssigkeit, in denen um eine Axe eine Rotation stattfindet. Vereinen sich die beiden Enden eines Wirbelfadens, so erhält man einen Wirbelring. Solche Wirbelfäden und Wirbelringe müssen bei gewissen Voraussetzungen über die Natur der Umgebung unveränderlich dieselbe Menge Flüssigkeit enthalten und sind unzerstörbar. Nähern sich zwei Wirbelringe, so ziehen sie sich gegenseitig an, oder stossen sich ab je nach der Art der Bewegung. Ueber einen solchen Wirbel-

ring können Schwingungen hingleiten, man kann sie ineinander schlingen, aber nur eine begrenzte durch die Struktur derselben bedingte Anzahl. Sie besitzen also Eigenschaften, wie wir sie bei den Atomen annehmen. In der That haben manche Forscher an Helmholtz anknüpfend, die Atome als Wirbelringe aufgefasst.

Mit diesen Arbeiten in mehr oder weniger engem Zusammenhang stehen Helmholtz' Untersuchungen über die Winde; die Bewegung von Luftballons, die Art der Luftbewegung in Pfeifen u. a. m.

In sehr vielen Untersuchungen beschäftigt sich Helmholtz mit elektrischen Fragen; die fundamentalsten dürften diejenigen sein, in denen er die verschiedenen Gesetze über die Wechselwirkung zweier Stromelemente einer genauen Diskussion unterwirft. Auf der einen Seite stand das von Weber aufgestellte Gesetz; er ging von der Anschauung einer Fernwirkung aus und fasste das Coulomb'sche Gesetz für die statische Elektrizität, das Ampère'sche für die Anziehung und Abstossung von Strömen, das Neumann'sche für die Induktion in einer einzigen Gleichung zusammen, die ausser den Abständen der wirkenden Teile noch ihre Geschwindigkeiten und ihre Beschleunigungen enthielt; sein Gesetz setzt ausserdem die Existenz zweier Elektrizitäten voraus. Auf der anderen Seite stand die Anschauung Maxwell's, der anknüpfend an Faraday die Fernwirkung durch die Wirkung eines Zwischenmediums ersetzte. Helmholtz behandelte zunächst Weber's Ansicht und gelangte zu dem Resultat, dass sie zu Konsequenzen führt, die mit den Thatsachen in Widerspruch stehen. Dagegen ergab sich für die Maxwell'sche Theorie eine vollständige Uebereinstimmung mit den Beobachtungen. Hieran hat sich eine lange Polemik geknüpft, die von Helmholtz' Gegnern oft sehr scharf, von ihm selbst aber in ruhiger Weise geführt wurde; in der Polemik machte sich auch ein etwas übertriebenes Nationalgefühl geltend. Helmholtz selbst hat, was ich noch besonders betonen möchte, die grosse Bedeutung des Weberschen Gesetzes hervorgehoben und nichts hat ihm ferner gelegen, als dem Entdecker desselben nicht volle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Das Endresultat der Polemik war, dass Maxwells Anschauung siegreich blieb, und jetzt fast allein noch benutzt wird. Helmholtz versuchte selbst die experimentelle Hauptentscheidung zu fällen und zu zeigen, dass elektrische Störungen eine endliche

Zeit brauchen, um sich fortzupflanzen. Dies gelang aber erst Hertz, der in den von Kirchhoff und Sir W. Thomson genauer diskutierten elektrischen Schwingungen ein Hilfsmittel dazu fand.

Wir verlassen jetzt die spezifisch physikalischen Arbeiten von Helmholtz und wollen noch einen Blick auf seine Tonempfindungen und seine physiologische Optik werfen.

In seiner physiologischen Optik und seiner Lehre von den Tonempfindungen sowie einer Reihe von öffentlichen Vorlesungen sind die Ergebnisse der Forschungen zusammengefasst, in denen er sich die Aufgabe stellt, zu untersuchen, in welcher Weise wir durch Auge und Ohr eine Kenntniss der uns umgebenden Aussenwelt erhalten, wie wir diese Eindrücke zu Vorstellungen über die Aussenwelt verarbeiten und wie mit denselben unser ästhetisches Empfinden zusammenhängt.

Zum Verständnis der physiologisch-optischen Erscheinungen, war es zunächst nöthig, das Organ, durch das wir die Eindrücke aufnehmen, genauer zu studieren. Dazu hat Helmholtz eine ganze Reihe von Instrumenten ersonnen, vor allem den Augenspiegel, dessen Erfindung er selbst in wissenschaftlicher Beziehung selbst eine nur untergeordnete Bedeutung beilegt. Nachdem er mit dem Augenspiegel und anderen Hilfsmitteln den Bau des Auges, als eines optischen Instrumentes genauer erforscht und die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Teile, die es zusammensetzen, bestimmt hatte, war eine sichere Basis auch für das grosse Gebiet der Ophthalmologie gelegt. Aber nicht nur die Umrisse der Netzhautbilder der äusseren Gegenstände sind die Zeichen von ihrer Existenz, welche wir im Auge erhalten, sondern sie sind auch mannigfaltig gefärbt. Anknüpfend an eine von Th. Young aufgestellte Ansicht entwickelte dann Helmholtz die nach beiden Forschern benannte Theorie; nach ihr enthält die Retina 3 Arten von Nerven, rothempfindliche, grünempfindliche und endlich solche, die das blau oder violett wahrnehmen. Dadurch kann er die gesammten Farbenwahrnehmungen, so weit sie zu seiner Zeit bekannt waren, erklären. Auf Helmholtz Forschungen weiter bauend, haben dann andere Gelehrte theils seine Ansichten ergänzt und berichtigt, theils auch abweichende Hypothesen aufgestellt.

Bei diesen Untersuchungen wurde Helmholtz auch zu der Frage geführt, welchen Realitäten die Zeichen entsprechen, welche wir mit unserem Auge und unserem Tastsinn erhalten. Er schliesst

sich im Prinzip Kant darin an, dass die Raumauffassung eine uns Menschen a priori gegebene, für uns notwendige, also nach Kant transcendente Form der Anschauung sei, aber gleichzeitig betont er, dass der Raum nicht etwa die Eigenschaften zu haben braucht wie sie in den Axiomen des Euklid ausgesprochen sind, so z. B. dass die Winkel eines Dreiecks zusammen 180° betragen. Bei der Weiterführung dieser Ideen entstehen die wundervollen Arbeiten über die Axiome der Geometrie, unsere Raumanschauung; durch diese Arbeiten werden der Mathematik neue Gebiete erobert, andererseits unsere Raumvorstellungen wesentlich geklärt. Manche dieser Untersuchungen berühren sich mit solchen von Riemann und anderen.

Dass Helmholtz' Tonempfindungen bahnbrechend gewirkt haben, ist allbekannt. Von den Beobachtungen aufsteigend, gelangt er zu der Lehre von der Konsonanz, die aber nach ihm nicht die wesentliche Grundlage der Theorie der Musik ausmacht; die wesentliche Basis der Musik ist die Melodie; eine Musik ohne Harmonie ist wohl möglich, sie findet sich noch jetzt bei vielen aussereuropäischen Völkern; eine Musik ohne Melodie ist undenkbar; die Harmonie dient nur zur Verstärkung der Melodie. Wie lang war aber der Weg bis zu dieser allgemeinen musikalischen Anschauung; während ihn Helmholtz durchwandert, bereichert er unsere Wissenschaft mit vielen Thatsachen und neuen Erkenntnissen; er studiert die Bewegung in Pfeifen und von Saiten, die Zusammensetzung von Klängen, die Kombinations-töne. Er untersucht die Bildung der Vokale. Hatte hier auch Grassmann, dessen Arbeiten Helmholtz unbekannt geblieben waren, schon viele Resultate gewonnen, und sind an manchen Stellen von späteren Forschern Ergänzungen und Verbesserungen angebracht worden, die Bahn hat Helmholtz doch gebrochen.

In den zuletzt besprochenen Arbeiten hatte Helmholtz vielfach Gelegenheit auf das psychologische und ästhetische Gebiet überzugreifen; in einzelnen der Arbeiten stellte er sich dies sogar geradezu zur Aufgabe. Dadurch wurden die Grenzen zwischen Physiologie und Psychologie schärfer abgesteckt und immer mehr nach dem Gebiete der Psychologie vorgeschoben. Von immer neuen und neuen Gebieten ergab sich, dass sie der Physiologie angehörten. Darauf haben dann Wundt und seine Schüler weiter gebaut. Natürlich wollte Helmholtz bei seinen ästhetischen Be-

trachtungen nicht, was oft missverstanden worden ist, lehren, wie Gemälde zu malen, wie Tonwerke zu componiren sind. Er entwickelt aus Beobachtungen an vorhandenen Werken die Gesetze des Schönen und prüft sie als Naturforscher. Wie schon lang für die Architektur erkannt war, dass nur der Bau uns schön erscheint, der den statischen Gesetzen gehorcht, so findet Helmholtz ähnliche Gesetze in den verwickelteren Gebieten des Tones und des Lichtes. Damit ist der Aesthetik, soweit sie sich nicht auf volltönende Phrasen beschränkt, die sichere der Prüfung zugängliche Grundlage gegeben; Physiologie und Psychologie geben die *conditio sine qua non* des Schönen; der Künstler genügt ihr unbewusst und schafft das Schöne. Helmholtz hat dabei aber nie vergessen, dass zu dem naturwissenschaftlichen Moment auch das rein psychische hinzutreten muss. Er selbst hat an mehreren Stellen seinem Empfinden über Kunstwerke in der schönsten und erhabensten Weise Ausdruck gegeben.

Ich habe versucht Ihnen einen Ueberblick über Helmholtz' wissenschaftliche Arbeit zu verschaffen, viele wichtige Arbeiten habe ich freilich nicht einmal genannt und was ist doch alles an uns vorüber gegangen. Unglaublich klingt, dass ein Mann all diese Gebiete beherrscht und überall grundlegendes geschaffen hat. Historiker späterer Zeiten werden unter dem einen Helmholtz eine ganze Reihe von Gelehrten gleichen Namens vermuten. Ist trotzdem sein Name in weiten Kreisen weniger bekannt, wie der manches anderen, so liegt dies einmal darin, dass er nie in den Kampf der Parteien eingetreten und dann darin, dass seine Forschungen nicht so direkt wie etwa diejenigen eines Darwin mit ethischen und religiösen Anschauungen in Konflikt geriethen, trotzdem sein Prinzip von der Erhaltung der Energie für die ganze Weltanschauung von weittragendster Bedeutung ist.

Hoffen wir, dass Helmholtz noch recht lange in seiner geistigen Frische, die in seinem 70. Jahre noch gerade so gross ist, wie in seinen früheren Tagen, den Seinen und der Wissenschaft erhalten bleibe.

Werner von Siemens.

Gedächtnisrede.

Gehalten von E. Wiedemann.

Vor etwa einem Jahre durfte ich Ihnen eine Schilderung des Lebens und Wirkens unseres grössten Naturforschers, Hermann von Helmholtz, entwerfen, heute liegt mir die traurige Pflicht ob, Ihnen das Bild eines anderen grossen, eben dahin geschiedenen Mannes, Werner von Siemens, zu zeichnen.

Werner von Siemens ist eine Gestalt, die uns an die Männer der Zeit der Renaissance erinnert, an die Zeiten, wo jeder hervorragende Mann auch ein ganzer Mensch, nicht ein Spezialist war. Welche Fülle von Thätigkeiten vereinigt nicht Siemens in sich. Er ist aktiver Offizier, ein energischer Stratege, der voll Begeisterung seinem Berufe lebt, so lange er darin selbstständig schaffen kann; er ist hervorragender Gelehrter und gehört zu den allerbedeutendsten, die die Resultate der Wissenschaft praktisch zu verwerten verstehen. Auch dem öffentlichen politischen Leben steht Siemens nicht ferne, ja er spielt eine Zeit lang in demselben eine hervorragende Rolle. Er ist Mitglied des Landtages; wenn er auch nicht im Parlamente selbst als Redner hervortritt, so übt seine bedeutende, zielbewusste Persönlichkeit in den Kommissionen einen grossen Einfluss. Der Name Fortschrittspartei rührt von ihm her. Aber als Mann des realen Lebens, als Naturforscher sieht er nicht das Heil des Volkes in dem starren Festhalten an construirten Prinzipien. Er wirkt überall mässigend, nach den Erfolgen des Krieges 1866 tritt er für die Bewilligung der Indemnität für die Regierung ein, im Gegensatz zu seinen mehr links stehenden, den prinzipiellen Standpunkt verfechtenden Parteigenossen wie z. Bsp. Waldeck; so hat er dazu beigetragen, dass unserem deutschen Volke schwere Konflikte erspart wurden. In vielen Fragen des Handels, der

Industrie ist sein Einfluss massgebend gewesen, ihm verdanken wir, dass wir eine deutsche Patentgesetzgebung haben. Siemens war einer der ersten, die dafür eintraten, dass deutsche Fabrikate als deutsche und nicht als englische oder französische ebensowohl auf den einheimischen, wie auf den fremden Markt kamen; auf seine Anregung hin sind die Professuren für die neue technische Wissenschaft der Elektrotechnik gegründet, deren Aufschwung er selbst so mächtig auch als einer der Stifter des elektrotechnischen Vereins gefördert hat.

Das Leben und den Entwicklungsgang von Siemens zu schildern, ist uns dadurch wesentlich erleichtert, dass er selbst uns in den Lebenserinnerungen ein Bild seines Lebens gezeichnet hat, so unparteiisch, so einfach, so richtig, wie es kein Anderer hätte thun können. Bei so vielen Autobiographien verliert man nie das Gefühl, dass der Verfasser während des Schreibens seine frühern Empfindungen analysiert und weiter spinnt, von sich selbst ein Bild entwirft, nicht wie es war, sondern wie es nach seinen Ansichten hätte sein können oder sollen. Motive kompliziertester Art, wie sie wohl selten im Moment eine That bestimmen, werden zur Erklärung derselben herbeigezogen, kurz Wahrheit und Dichtung gemischt, um ein litterarisches Kunstwerk zu schaffen. Ganz anders bei den Lebenserinnerungen von Siemens, überall sind die äusseren und inneren Verhältnisse, wie sie waren, geschildert, die Schwierigkeiten die sich seiner Entwicklung entgegenstellten und auch kleine Schwächen nicht verschwiegen. Der ganze Stil des Buches spiegelt den einfachen Charakter von Siemens wieder und diejenigen, die Siemens persönlich gekannt, glauben ihn in dem Buch sprechen zu hören.

Ernst Werner Siemens wurde im Jahre 1816 am 13. Dez. zu Lenthe bei Hannover als Sohn eines Landwirtes geboren. Seine erste Erziehung erhielt er im väterlichen Hause durch Hauslehrer, von denen er besonders dem einen, dem Kandidaten der Theologie, Sponholtz, ein äusserst dankbares Gedächtnis bewahrte. Später kam er nach Lübeck auf das Gymnasium und trat dann 1834 als Freiwilliger in die Artillerie, um Offizier zu werden. Als solcher machte er den schleswig-holsteinischen Feldzug mit und hat dort durch die Verteidigung der Kieler Förhrde durch Seeminen, die er zuerst anwandte, sich auch militärischen Ruhm erworben. Aus

dem Militärdienste trat er im Jahre 1849 aus und gründete mit Halske die Telegraphenbauanstalt „Siemens und Halske“, die sich mit der Zeit zu einer der grössten elektrotechnischen Anstalten entwickelte. Auf seine technische Thätigkeit als Leiter derselben werden wir später zu sprechen kommen. Zahlreiche Reisen lehrten ihn Menschen und Verhältnisse kennen und mit immer unbefangenerem Blicke betrachten. Von Kaiser Friedrich wurde Siemens der erbliche Adel verliehen, er heisst von da Werner von Siemens! Er war zweimal mit ihm durch Verwandtschaft nahestehenden Frauen vermählt, eine reiche Kinderschar verschönte sein Leben. Zwei seiner Söhne Arnold und Wilhelm, von denen er mit berechtigtem Vaterstolze spricht, haben das Geschäft übernommen; der erste ist mit einer Tochter von Helmholtz verheirathet. Mit seinen zahlreichen Geschwistern haben Siemens während seines ganzen Lebens die innigsten Beziehungen verbunden; für die Erziehung seiner Brüder hat er z. Thl. gesorgt, seinen Bruder Wilhelm selbst zu der glänzenden technischen Laufbahn, die er später eingeschlagen, vorgebildet. Wenn das Haus Siemens, oder besser die Häuser Siemens in den Brüdern Werner, Wilhelm, Karl, Friedrich auf den mannigfachsten Gebieten der Technik eine Herrscherstelle einnahmen und auch noch nach dem Dahinscheiden der ersten beiden einnehmen, so verdanken sie dies nicht zum mindesten dem ältesten unter ihnen.

Am 6. Dez. 1892 beschloss Siemens, 76 Jahre alt, sein thatenreiches Leben.

Nur einige Züge aus dem Charakter des Dahingegangenen möchte ich der knappen Schilderung seines Lebenslaufes beifügen. Seine vornehme Gesinnung tritt uns am deutlichsten in dem Ausspruch entgegen, dass er nie ein Unternehmen ins Werk gesetzt habe, blos um sich zu bereichern, stets habe er dabei das allgemeine Wohl im Sinne gehabt. In der That, betrachten wir die unzähligen Schöpfungen des Hauses Siemens, stets haben sie weiten Kreisen Segen gebracht und gerade deshalb weil sie weitverbreiteten Bedürfnissen entgegenkamen, ihrem Schöpfer auch Reichtümer zugetragen. Ein Hauptzug seines Wesens, der auch in seinem Aeusseren sich manchmal zeigte, war eine Neigung zum träumerischen Sinnen. Diese Neigung beeinflusste aber die Anlage seiner Pläne nur insoweit, als sie ihn die Ziele höher und idealer stecken liess, als bei einer

nüchternen Ueberlegung der Fall gewesen wäre; im Laufe der Entwicklung wusste er stets den realen Verhältnissen vollauf Rechnung zu tragen; er scheute sich auch nie, wenn ihn sein idealer Sinn zu weit fortgerissen, dies später einzugestehen und die von ihm angeregte Bewegung wieder in die richtigen Bahnen zu leiten.

Im geraden Gegensatz zu dieser mehr idealen Anlage steht seine Begabung zu organisieren. Die grossen Erfolge seines Geschäftes verdankt er natürlich auch seinen Mitarbeitern, Halske, Hefner von Alteneck, Frischen, Frölich u. a., dass er aber stets die richtigen Männer fand, sie an die richtige Stelle setzte, ihnen auch in Fällen, wo nur rein wissenschaftliche Fragen in Betracht kamen, Förderung gewährte und dass er neidlos ihre Verdienste anerkannte, spricht fast mehr als alles andere für seine Grösse. Sein organisatorisches Talent zeigt sich auch in der ebenso grossherzigen wie klugen Art, wie er durch Ordnung der Pensionsverhältnisse es versteht, seine Arbeiter an sich zu ketten, so dass seine Anstalten von Ausständen verschont geblieben sind.

Ein Grundzug in Siemens Wesen ist seine Bescheidenheit, gepaart mit dem richtigen Selbstgefühl. Bitter empfindet er es, wenn seine Entdeckungen von Engländern als die Ihrigen ausgegeben werden und diesen dann womöglich auch in Deutschland die Priorität zuerkannt wird. An den deutschen Arbeiten rühmt er dagegen ihre Unparteilichkeit. Möchte doch, wie er in der Industrie dahin gewirkt, dass das nationale Gefühl sich hob, auch hier sein mahnendes Wort wirken und mögen wir in Deutschland, wie man es in England leider auch zuweilen ohne Rücksicht auf Andere, thut, bei aller Gerechtigkeit gegen das Ausland die Leistungen der Forscher der eigenen Nation gegenüber denen anderer hochhalten und nicht die der anderen auf Kosten der eignen verherrlichen.

Wenden wir uns nun zu Siemens technischen und wissenschaftlichen Leistungen.

Siemens ist einer der Schöpfer eines neuen Gebietes der Technik, er hat uns gelehrt die Elektrizität den Zwecken des Menschen dienstbar zu machen. Um den ganz wesentlich durch sein Eingreifen bedingten Aufschwung der Elektrotechnik zu verstehen, müssen wir ein Paar Augenblicke bei der Entwicklung der An-

wendungen der Elektrizität verweilen, deren Schnelligkeit für den Fernerstehenden etwas ganz überraschendes besitzt.

Die Technik im Grossen konnte erst dann einen Aufschwung nehmen, als es gelang, sich häufig gleichmässig wiederholende Arbeiten von Menschen oder Thieren durch Maschinen zu ersetzen, die selbst wieder von Motoren betrieben wurden, deren Anwendung aber nicht wie die der Mühlräder und Windmühlen an bestimmte Orte gebunden war. Dies ist bei den Dampfmaschinen und den elektrischen Motoren der Fall. Die ersten Dampfmaschinen von Papin stammen aus dem Ende des 17. Jahrhunderts, die erste wirklich, wenn auch nur für ganz begrenzte Zwecke verwendbare aus dem Jahre 1705 von Newcomen und Cowley, die ersten für den Betrieb im Grossen brauchbaren aus dem Ende des 18. Jahrhunderts; fast 100 Jahre hatte es also gedauert, bis die Dampfmaschinen so weit entwickelt waren. Ganz anders ist es bei elektrischen Maschinen; nur wenige Jahre nach der Aufstellung des Ohm'schen Gesetzes, nach der Entdeckung des Elektromagnetismus wurden die ersten Telegraphenlinien konstruiert, nicht viele Jahrzehnte verstrichen, ehe die ersten Dynamomaschinen ihre Energie in den Bogenlampen in Licht umsetzten.

Als die ersten Dampfmaschinen konstruiert wurden, hatte man eben gelernt die Temperaturen auf ein bestimmtes Maass zurückzuführen, Wärmemengen wurden erst viel später gemessen, auch die Vorstellungen über die Arbeit waren noch sehr verschwommen. Erst durch Watt wurde hierin Wandel geschaffen und viele Untersuchungen über die Wärme wurden zu dem Zwecke unternommen, sichere Unterlagen für eine Theorie der Dampfmaschinen zu gewinnen. Ich erinnere nur an die klassischen Arbeiten von Magnus und Regnault. Die Technik musste also erst selbst die theoretischen Grundlagen erobern oder von der Physik erobern lassen, auf denen sie ihre Konstruktionen begründete. Zugleich vertieften sich die Anschauungen über das Wesen der Arbeit und der Wärme; es bereitete sich die Erkenntnis von der Aequivalenz der einzelnen Arbeitsvorgänge vor, eine Einsicht, die in den Untersuchungen von Robert Mayer, Coldrige, Joule für spezielle Fälle ihren scharfen Ausdruck fand, bis sie in der Mitte unseres Jahrhunderts von Helmholtz für alle Naturerscheinungen in dem Prinzip von der Erhaltung der Energie zusammengefasst wurde. Zugleich wurde der

zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, der bald auch auf andern Gebieten eine weitgehende Anwendung finden sollte, aufgestellt. Mit den theoretischen Fortschritten gingen Hand in Hand die Fortschritte in der Konstruktion von Maschinen überhaupt, die Kenntniss der günstigsten Verbindungen der einzelnen Teile, die Sammlung von Erfahrungen über die Eigenschaften der Materialien, aus denen sie sich aufbauen. So sehen wir im Laufe von einundeinhalb Jahrhunderten in den Anwendungen der Wärme die rein theoretischen Betrachtungen und die Praxis neben einander fortschreiten und sich gegenseitig anregen; aber erst von 1850 an etwa ist es möglich eine einigermaßen strenge Theorie für den Bau der Dampfmaschinen aufzustellen. Ein jeder der sich mit technischen Problemen beschäftigen wollte und noch will, musste auf dem Gebiet der Wärme seine Schule durchmachen und zunächst auf den hier gebahnten Wegen seine Kräfte prüfen. In der That hat auch W. Siemens sich viel mit Heissluftmaschinen beschäftigt und einen Differentialregulator zusammen mit seinem Bruder Wilhelm konstruiert.

Ganz anders lagen die Verhältnisse, als man anfang die Elektrizität nutzbar zu machen. Man fand dabei die Ergebnisse der Maschinenbaukunde schon fertig vor. Erst in neuester Zeit stellt die Elektrotechnik selbst dem Erbauer von Dampfmaschinen neue Probleme. Die allgemeinen mechanischen Prinzipien waren in Fleisch und Blut übergegangen. Aber auch die theoretischen Fragen waren wenigstens in ihren Grundzügen für die meisten Theile der Elektrizitätslehre in prinzipieller Hinsicht gelöst und die einzelnen Grössen gemessen, die den quantitativen Verlauf bedingen, wenigstens in solcher Annäherung wie es für die technische Verwertung erforderlich war.

Dadurch dass Siemens schon als Lieutenant sich in seinen Musestunden mit technischen Fragen beschäftigte und sich auch physikalisch wie mathematisch vorzüglich vorgebildet hatte, konnte er einer der Hauptbegründer der Elektrotechnik werden.

Sehen wir von dem ersten chemischen Telegraphen von Sömmering, dem elektromagnetischen Telegraphen von Gauss und Weber, dem Zeigertelegraphen von Wheatstone ab, so waren die Anwendungen der Elektrizität bis zum Jahr 1840, in das die ersten Arbeiten von Siemens fallen, kaum nennenswerth.

Die ersten Gebiete, in denen er die allgemeinen Gesetze

benutzte, waren die Galvanoplastik und die Telegraphie, eine Art elektrischer Kraftübertragung. Die anderen hauptsächlichsten Anwendungen der Elektrizität zur elektrischen Beleuchtung und zur Kraftübertragung im Grossen sind erst weit jüngeren Datums. Zunächst genügte das Gas und das Petroleum noch den nicht allzusehr durch Lichtfülle verwöhnten Menschen und andererseits entsprachen die Dampfmaschinen und die Gasmotoren allen Forderungen.

Siemens allererste Arbeiten galten aber andern Problemen, nämlich der technischen Verwendung des elektrischen Stromes zur Vergoldung und Versilberung, über die einzelne wissenschaftliche Versuche schon vorlagen. Kurz vor Siemens Versuchen war es Jacobi im Grossen gelungen, Ueberzüge von Kupfer auf elektrischem Wege herzustellen. Während dieses letztere aber sehr leicht gelang, da das Kupfer sich aus Lösungen der verschiedensten Salze, vor allem des Kupfersulfates abscheiden lässt, stellten sich den analogen Prozessen mit den edlen Metallen grosse Schwierigkeiten entgegen; es handelte sich darum, passende Lösungsmittel für die Gold- und Silbersalze zu finden. Siemens hatte sich nun früher zusammen mit seinem Schwager Himly mit Daguerrotypie beschäftigt und erinnerte sich, dass in unterschwefligsaurem Natron die Silber- und Goldsalze löslich waren. Versuche mit solchen Lösungen ergaben die befriedigendsten Resultate. Er verkaufte die Erfindung zunächst in Deutschland an einen Juwelier. Sein Bruder Wilhelm trat dann in England mit der ersten galvanoplastischen Anstalt von Elkington, die noch in Birmingham besteht, in Beziehung, um an sie für England seine Erfindung abzutreten. Doch behauptete Elkington durch sein Patent gesichert zu sein. Das Patent des letzteren liess aber die Verwendung der Thermoströme ausser acht; Siemens zeigte, dass auch diese verwendbar seien und Elkington fand sich mit einer bedeutenden Summe ab. Schon bei der geschäftlichen Behandlung dieser ersten Entdeckung zeigt sich der zukünftige Industrielle. Während die Gelehrten damals in noch weit höherem Grade als jetzt ihre Entdeckungen und Erfindungen der allgemeinen Ausnutzung preisgaben, ohne irgend wie einen materiellen Nutzen aus denselben zu ziehen, hat sich Werner Siemens mit vollem Recht auch die Früchte seines Geistes und seines Fleisses gesichert. Ein wohl nur äusseres Motiv hierzu war die Notwendigkeit für seinen und seiner

Geschwister Unterhalt die nötigen Mittel zu gewinnen. Es sei aber gleich hier bemerkt, dass später Siemens sich relativ wenig Patente geben liess; dadurch dass er seine eignen Erfindungen in seinen eignen Werkstätten ausbeutete, war er stets seinen Konkurrenten bei weitem voraus und wahrte sich den Vorsprung durch tadellose Ausführung und fortwährende Verbesserungen.

An diese Entdeckung schlossen sich neben Arbeiten auf dem Gebiete der Telegraphie, solche über besondere Formen der Schiessbaumwolle, die aber nicht zu abschliessenden praktischen Resultaten führten. Die Auffindung der neuen Art Schiessbaumwolle hatte für Siemens selbst insofern eine grosse Bedeutung, als er es ihr verdankte, dass er in Berlin bleiben durfte, trotzdem er als Offizier einen liberalen, politischen Aufruf unterzeichnet hatte.

Die folgenden Jahre von der Mitte der vierziger an sind fast ausschliesslich der Telegraphie und damit zusammenhängenden Fragen gewidmet. Zunächst waren es Verbesserungen am Zeigertelegraphen, die einen sicheren Gang desselben bedingten, durch welche sich Siemens Ansehen erwarb. Er wurde darauf hin in eine Telegraphenkommission der Regierung berufen, die die Errichtung von Telegraphenlinien beraten und besorgen sollte. Drathleitungen in der Luft hatte man schon vielfach angewandt; sie isolirten aber bei feuchtem Wetter schlecht, ein grosser Teil des Stromes floss zur Erde ab. Siemens führte die jetzt allgemein benutzten Porzellanknöpfe ein, wodurch der Mangel beseitigt wurde. Mit der Zeit wurden ferner ursprünglich gut funktionierende Linien schlechter und schlechter. Siemens zeigt, dass man die einzelnen, der einander berührenden Dräthe verlöthen muss. Es sind dies zwei scheinbar untergeordnete Verbesserungen, aber für die Sicherheit des Betriebes von massgebender Bedeutung. — Die meisten bis dahin gelegten Linien waren oberirdische; die damaligen politisch erregten Zeiten, um das Jahr 1848, liessen es aber als höchst unsicher erscheinen, die Telegraphenlinien so leicht zugänglich zu machen und ohne weiteres Zerstörungen auszusetzen. Man beschloss daher, die Telegraphendräthe unterirdisch zu legen. Dem stellte sich aber die grosse Schwierigkeit einer genügenden Isolation entgegen. Man hatte versucht, die Dräthe in Glasröhren mit Harzen einzukitten, aber ohne befriedigenden Erfolg. Da kam ein glücklicher Zufall zu Hülfe. Wilhelm Siemens schickte aus London an

seinen Bruder Werner als Kuriosum eine Probe Guttapercha, die damals eben in den Handel gekommen war; Werner versuchte sie zum Umhüllen der Dräthe zu verwenden und sie bewährte sich vollkommen. Damit war das Problem der Isolation dem Prinzip nach gelöst. Siemens schlug dann gleich vor, man solle die Dräthe zum Schutze noch mit einem Blei- oder Eisenmantel umgeben. Aus falschen Sparsamkeitsrücksichten wurde dies aber von der Regierung unterlassen, und nach wenigen Jahren waren die Leitungen an vielen Stellen zerstört. Diese Anlagen waren aber nicht so leicht zu bewerkstelligen, wie es wohl den Anschein haben könnte; es galt, neben der Anlage selbst, bei der mannigfach Erfahrungen gesammelt werden mussten, auch Maschinen zum Ueberziehen der Dräthe zu konstruieren, die Aufnahme- und Empfangsvorrichtungen zu vervollkommen u. s. w.

Bei der Legung der unterirdischen Kabel musste Siemens auch die Theorie der Bewegung des Stromes in denselben feststellen. Die dahin zielenden, theoretischen und experimentellen Arbeiten haben zuerst den Ruhm von Siemens als Physiker begründet. Ein unterirdisches Telegraphenkabel verhält sich wie eine in die Länge gezogene Leydener Flasche, leitet man einen elektrischen Strom in sie hinein, so fließt derselbe nicht einfach hindurch, sondern ein grosser Theil der Elektrizitätsmenge dient dazu, die Wandungen des Kabels zu laden. Erst nachdem die Gesetze der Ladung erkannt waren, war es möglich, sicher durch solche Kabel zu telegraphieren, indem man die Apparate entsprechend modifizierte und ergänzte.

Die Ausführung der Telegraphenanlagen hatte Halske übernommen, Siemens als Offizier konnte sich nicht direkt an einem Geschäft beteiligen.

Seine elektrischen Kenntnisse hat er aber auch speziell als Offizier bethätigt, er ging während des dänischen Krieges nach Kiel und war, wie erwähnt der erste, der unterseeische Minen anlegte.

Nach dem Kriege und nach der Ausführung und Fertigstellung einer Reihe weiterer Linien, trat an Siemens die Frage heran, ob er bei dem Militär bleiben, oder in den Civildienst übertreten oder sich selbstständig stellen wollte. Er entschied sich für das letztere. Der Garnisonsdienst bot ihm zu wenig Anregendes, die Erfahrungen, die er bei der Anlage der Telegraphenlinien mit den

Civilbehörden gemacht, hatten wenig Verlockendes. Die Einreden von Juristen, die sich einige Kenntnisse, aber doch keine gründliche technische physikalische Durchbildung erworben hatten, hatten ihn zu oft gestört; und so gründete er denn mit Halske zusammen ein Geschäft, das ohne Zuhülfenahme fremder Kapitalien unter seiner geistigen Leitung die Höhe erreichte, auf der er es hinterlassen.

Die Differenzen zwischen Siemens und dem damaligen Leiter des Telegraphenwesens veranlassten diesen die Firma Siemens und Halske nicht zu beschäftigen, ja er ging so weit, die von Siemens erfundenen Modelle zur Benutzung an andere Mechaniker zu überlassen.

Die glückliche Vollendung der ersten telegraphischen Leitungen zog aber umfassende Aufträge der russischen Regierung nach sich; so wurde die Linie von Petersburg nach der Krim und andere mehr gelegt, ferner ein submarines Kabel zwischen Petersburg und Kronstadt. Kabel, die Flüsse durchsetzten, waren schon früher gelegentlich der Verbindung von Verviers und Köln am Rhein mit grossem Erfolg von Siemens angewandt; jetzt wurde ein schon wesentlich längeres unterseeisches Kabel benutzt, wobei die Ergebnisse der Forschung über die Ladung von Kabeln auf das ausgiebigste verwendet wurden. Bald sollte dies in noch weit grösserem Masse der Fall sein. Es kommt für Siemens die Epoche der grossen Kabellegungen, zunächst im mittelländischen und rothen Meere und dann durch den atlantischen Ocean. Die ersten Unternehmungen gelangen nicht alle gleich, Kabel gingen verloren und es mögen dies auch für das Geschäft kritische Zeiten gewesen sein. Aber jeder Fehlschlag trug in sich den Keim neuer Erfolge, da Siemens es verstand, auch aus dem Misserfolg zu lernen, und die Erfahrungen sofort zu verwerten.

Einen Teil der Kabellegungen besorgte das Londoner Haus, welches Wilhelm Siemens, der spätere Sir William leitete, der stets im regsten Zusammenhange mit der Berliner Firma stand.

Wie sehr Siemens Sinn von Forschungen auf den Gebieten der Telegraphie erfüllt war und wie er auf sie gerade ein Hauptgewicht legte, geht aus seiner Biographie hervor, wo er ihrer Besprechung einen besonders grossen Raum gewährt; und in der That mit Recht, seine Linien reichen von London nach Amerika und

von London nach Indien, seine Apparate funktionieren auf allen Linien, seine Messmethoden werden überall benutzt.

Bei allen Telegraphenanlagen war es von höchster Wichtigkeit, ihren Widerstand genau zu bestimmen. Dies wurde für Siemens Veranlassung ein festes, sicher herzustellendes Maass für denselben aufzustellen. Siemens definiert als Einheit des Widerstandes denjenigen einer Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0°. Diese Einheit wird nach ihm 1 Siemens genannt. Solche Quecksilbersäulen lassen sich zwar nicht leicht direkt herstellen, aber Länge und Querschnitt einer beliebigen Quecksilbersäule sind leicht zu messen und danach ihr Widerstand anzugeben. Wie praktisch diese Einheit war, geht daraus hervor, dass, wenn man die aus theoretischen Gründen neu eingeführte Einheit des Ohm definieren will, man sagt, sie sei $= 1,063$ Siemens.

Mit den ersten Arbeiten auf telegraphischem Gebiete hängen eng zusammen die Versuche Siemens, die Geschwindigkeit der Geschosse zu messen. Die Anordnungen und Messmethoden gehören zu dem Sinnreichsten, was auf diesen Gebieten erdacht ist. Wie bei so vielen Arbeiten unseres Gelehrten sind sie im Wesentlichen noch immer in Gebrauch.

Stets hatte W. Siemens sich mit dem Problem beschäftigt, elektrische Ströme mittelst Induktion im grossen zu erzeugen. Solche Induktionsströme entstehen bekanntlich in Leitern, die man an anderen stromdurchflossenen Leiter vorbeiführt, oder aber in Leitern, die man an Magneten vorbeibewegt, in letzterem Falle besonders stark, wenn diese Leitern um ein weiches Stück Eisen herumgewickelt sind. Der im Eisen entstehende und verschwindende Magnetismus ruft selbst in den Leitern Ströme hervor, die den durch ihre Annäherung und Entfernung erzeugten gleich gerichtet sind. Dies Prinzip der Stromerzeugung war schon früher von Stöhrer und Anderen, bei den sogenannten magnetelektrischen Maschinen benützt worden. Siemens hat zunächst diese Maschinen in hohem Grade vervollkommnet, indem er z. B. dem rotierenden Eisenstück eine besondere Gestalt gab. Der Anwendung in der Technik stellte sich aber die Schwierigkeit entgegen, hinlänglich grosse Magnete zu konstruieren; man ersetzte dieselben daher durch Elektromagnete, die durch eine besondere kleine magnetelektrische Maschine erregt wurden. Diese Anordnung war ein grosser Fortschritt, aber noch immer

sehr kompliziert, die gegenseitige Regelung von Erregung und Stromverbrauch liess sich u. a. schwierig erzielen. Da kam Siemens auf die glückliche Idee, die Maschinen sich selbst erregen zu lassen, er entdeckte das Prinzip der Selbsterregung, das er im Jahre 1867 am 17. Januar der Berliner Akademie vorlegte. Wenige Tage später berichtete Wheatstone über ähnliche Versuche. Das Prinzip der Selbsterregung besteht kurz in folgendem. Vor einem ersten Stücke weichen Eisens, das mit einem spiralförmigen Draht umwickelt ist, einem Elektromagnet, bewegt sich ein anderes ebenfalls mit Draht umwickeltes zweites Stück, der Anker. Die beiden Umwickelungen mögen mit einander verbunden sein. Jedes Stück weichen Eisens enthält Spuren von Magnetismus, nähert man daher das zweite Stück dem ersten, so wird dadurch in der Spirale desselben ein wenn auch zunächst nur schwacher Strom induciert, er umfließt das erste Stück und verstärkt seinen Magnetismus. Kommt nun das zweite Stück von neuem an dem ersten vorbei, so wird in der Umwicklung ein stärkerer Strom hervorgerufen, der wieder den Magnetismus des ersten verstärkt u. s. f. Die Maschine erregt sich also selbst. Man nennt eine solche Maschine jetzt Dynamomaschine. Durch verschiedene Arten der Schaltung der Drahtwickelungen um Anker und Elektromagnet, durch Umwicklung mit verschieden dickem Draht, oder gleichzeitiger Umwicklung mit dickem und dünnem Draht konnte den verschiedensten Bedürfnissen der Praxis genügt werden und dem elektrischen Strom war die weiteste Anwendung gesichert. Von dieser Zeit an tritt die Elektrotechnik erst im weitesten Sinne des Wortes in den Vordergrund des technischen Lebens. Jetzt war es erst möglich, elektrische Kraftübertragungen im Grossen zu bewerkstelligen; d. h. den an einer Stelle erzeugten Strom, der durch Drähte beliebig weit fortgeleitet wurde, an einer andern Stelle zu Arbeitsleistungen zu verwenden. Eine derartige Kraftübertragung haben wir bei den elektrischen Eisenbahnen. Die erste derselben konstruierte wieder Werner Siemens im Jahre 1879.

Durch die Konstruktion der Dynamomaschinen war es aber auch erst möglich, das elektrische Licht, das man in seinen beiden Formen, dem Bogen- und dem Glühlicht schon lange kannte, in weitesten Masse einzuführen. Siemens selbst hatte die elektrischen Bogenlampen wesentlich vervollkommenet, zur Konstruktion von Glühlichtlampen hatte er, wie er erzählte, viele Versuche

angestellt, freilich ohne rechten Erfolg, da er als leitendes Material Drähte von Metallen verwandte. Erst als Edison an Stelle des Metalls dünne Kohlenfäden setzte, war eine wirklich praktische Anwendung möglich. So entstand denn eine ganz neue Industrie, die hunderten von durchgebildeten Technikern und Gelehrten und vielen Tausenden von Arbeitern lohnenden Erwerb gab.

Neben den elektrischen Arbeiten und Konstruktionen, mit welchen der Namen Siemens untrennbar verknüpft ist, hat er aber auch zahlreiche andere Apparate erfunden und verbessert. Ich nenne einen Differentialregulator, die pneumatische Briefbeförderung in Berlin, Geschwindigkeitsmesser, Spiritusmesser und vieles andere.

Ausser mit technischen Fragen hat Siemens sich mit besonderer Vorliebe mit rein wissenschaftlichen Fragen beschäftigt, die zu gar keinen praktisch verwertbaren Resultaten führen konnten. Jede äussere Anregung rief in ihm längere Gedankenfolgen hervor. Ich möchte hier einiges wenige anführen. Ueber die Konstitution des Innern unserer Erde bestehen zwei diametral einander widersprechende Anschauungen, nach der ersten besitzt dieselbe einen feurig flüssigen Kern, auf den eine dünne feste Schale aufgelagert ist, nach der andern ist das Erdinnere im Wesentlichen fest. Sir W. Thomson hat die letztere Anschauung, besonders auf Grund von Beobachtungen von Fluth und Ebbe gegenüber der ersteren als die einzig annehmbare verteidigt. Siemens hat aber gezeigt, dass Umstände, wie die Plastizität des Erdinneren vorhanden sind, welche Sir W. Thomson's Schlussfolgerungen nicht ohne weiteres als streng richtig erscheinen lassen.

Spätere Arbeiten von Siemens gelten meteorologischen Fragen, vor allem dem Kreislauf der Atmosphäre.

Von besonders grosser Tragweite war der Nachweis von Siemens, dass Gase, die ohne chemische Einwirkung auf 1000—2000° erhitzt werden, keine Lichtstrahlen aussenden, also dunkel sind.

Ihm war es ein Bedürfniss, die Gründe der Vorgänge, die sich um ihn abspielten, zu erforschen. Dies zeigt sich auch in seinen Betrachtungen über die Entstehung der Fieber und die Ursachen der Immunität, in denen er Ergebnisse neuerer Forschungen vorwegnahm. Angeregt wurde er zu denselben auf einer Reise im Kaukasus, wo er selbst an der Malaria erkrankte.

Bei den meisten Menschen wirken die Interessen der Jugend noch im Alter bestimmend, so auch bei Siemens.

Die Hauptwandlung, die das Eintreten von Siemens in die Telegraphie hervorrief, war, wie er selbst sagt, dass er sie aus einer Uhrmacherkunst in eine Präcisionsmechanik verwandelte. Damit war von vornherein eine ganz andere Behandlung mit weiteren Gesichtspunkten gegeben, nicht mehr auf den treibenden Räderwerken lag der Hauptgewicht, sondern auf der Anordnung der Gesamtanlage. Die Hebung der Präcisionsmechanik ist noch in den letzten Jahrzehnten seines Lebens für Siemens ein Hauptgegenstand des Interesses gewesen. Schon in den 70er Jahren suchte er eine Anstalt ins Leben zu rufen, die die Präcisionsmechanik weiter ausbilden sollte; wo an den Staat Wünsche in dieser Hinsicht gestellt wurden, fanden sie in Siemens einen warmen Befürworter. Als im Jahre 1884 Sir William Siemens starb, stiftete Werner Siemens aus seinem Antheil der Erbschaft eine sehr grosse Summe und schenkte ein Grundstück zur Gründung einer wissenschaftlichen Anstalt, der technischen Reichsanstalt, die den doppelten Zweck haben sollte, die wissenschaftlichen Grundlagen der Präcisionsmechanik im weitesten Sinne des Wortes zu fördern und zweitens rein wissenschaftliche Arbeiten auszuführen, die in den einzelnen Laboratorien wegen Mangels an Hilfsmitteln nicht wohl bewältigt werden konnten. Das Reich leistete bedeutende Zuschüsse und rief denjenigen an die Spitze des Institutes, der wie kein Anderer, zu ihrer Leitung befähigt war, H. von Helmholtz. Nach der ersten Richtung hat die Anstalt schon Bedeutesendes geleistet; die Resultate sind der deutschen Industrie in hohem Grade zu statten gekommen. Ich erinnere nur an die Prüfung der Thermometer, der Stimmgabeln, die Feststellung der Normalwiderstände, u. a. m.

Ich bin am Schlusse; wohl wäre noch vieles zu erwähnen, indess hoffe ich, dass Sie aus der obigen Schilderung den Eindruck erhalten haben, der mir im Verkehr mit Siemens und bei den Studien seiner Schriften und seines Lebens immer von neuem entgegentrat: Er war ein bedeutender Gelehrter und ein ganzer und grosser Mensch.

A. Stock. Ueber die verschiedenfarbigen Lösungen des Jods.

In der Sitzung mitgeteilt von E. Beckmann.

Ueber die verschieden gefärbten Jodlösungen haben vor einiger Zeit H. Gautier und G. Charpy in einer Mitteilung „Ueber den Zustand des Jods in Lösungen“¹⁾ die Ansicht ausgesprochen, dass die Verschiedenheit der Färbung ihren Grund in der verschiedenen Molekulargrösse des gelösten Jods habe. Braune Lösungen enthalten nach ihnen das Molekül J_4 , violette das Molekül J_2 , rote Lösungen zeigen einen dazwischen liegenden Wert. Als Beleg hierfür geben sie folgende Zahlen.

Lösungsmittel	Farbe	Molekül	
Aether	braun	507	$J_4 = 508$
Acetophenon	braun	484	
Benzol	rot	341	$J_3 = 381$
Schwefelkohlenstoff	violett	303	$J_2 = 254.$

Die Werte für Aether und Schwefelkohlenstoff sind von M. Loeb,²⁾ übernommen, diejenigen für Acetophenon und Benzol von Gautier und Charpy ermittelt worden. Auch in p-Xylol und Aethylenbromid haben sie das Molekül des Jods bestimmt, doch bemerken sie nur, dass dasselbe dem in Benzol gefundenen nahestehe, ohne Zahlen zu geben.

Da nun Prof. Beckmann³⁾ das Molekulargewicht des Jods in Aether sowohl, wie auch in Schwefelkohlenstoff nach seiner Siedemethode J_2 entsprechend gefunden hatte, unternahm ich auf seine Veranlassung eine Wiederholung der von Gautier und Charpy mitgeteilten Bestimmungen und fügte denselben neue in Chloroform und Naphtalin hinzu.

1) Compt. rend. T. 110. 189.

2) Zeitschrift für phys. Chemie 2, 606.

3) Zeitschrift für phys. Chemie 5, 78.

Die Resultate sind folgende:¹⁾

Lösungsmittel: Acetophenon (Gefriermethode). Farbe: braun.

Gew. d. Jods in 100 g. Lösungsm.	Erniedrigung des Gefrier- punkts	Konstante	Molekül.
3,71	0,415	60	536
4,71	0,935	60	306
7,25	1,891	60	230

Das Acetophenon des Handels²⁾ zeigt sich selbst in seiner reinsten Form für eine Molekulargewichtsbestimmung des darin gelösten Jods wenig geeignet. Die ersten geringen Mengen zugefügten Jods gaben eine relativ sehr geringe Erniedrigung, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass das Jod mit einer vorhandenen Beimischung sich zusammenlagert. Unter diesen Umständen darf auch den bei höheren Konzentrationen erhaltenen Werten keine entscheidende Bedeutung beigemessen werden, zumal die Erstarrungspunkte sich weniger konstant als bei andern Lösungsmitteln ergaben.

Nach der mitgeteilten Tabelle scheinen die Molekularwerte mit erhöhter Konzentration abzunehmen. Um zu ermitteln, ob dies durch Bildung von Jodwasserstoff infolge einer substituierenden Wirkung des Jods veranlasst sei, wurde am Ende des Versuchs, nach Entfernung des freien Jods vermittels reinen Quecksilbers, auf Jodwasserstoff besonders geprüft. Die Menge desselben ergab sich aber so gering, dass die dadurch bewirkte Erniedrigung nur 0,01⁰ betragen haben konnte.

1) Bei den Konzentrationen und den Gefrierpunktserniedrigungen der folgenden Tabelle ist immer die vorhergehende Lösung als Ausgangspunkt genommen. Die Erstarrungspunkte waren nicht ganz konstant.

2) Acetophenon zeigte auch dann einen mit den Versuchsbedingungen recht veränderlichen Erstarrungspunkt, nachdem es durch Ausfrierenlassen und Wiederschmelzen der Krystalle möglichst gereinigt war. Herr Dr. Bannow von der Firma C. A. F. Kahlbaum in Berlin gewann das hier verwendete Präparat aus 8 Kilogr. Material durch fünfmalige Wiederholung dieser Operation.

Lösungsmittel: Benzol (Gefriermethode). Farbe: rot.

Gew. d. Jods in 100 g. Lösungsm.	Erniedrigung des Gefrier- punktes	Konstante	Molekül.
0,914	0,129	50°	347
2,24	0,313	„	351
4,27	0,601	„	348

Die Werte stimmen mit denen von Gautier und Charpy überein und deuten auf Moleküle, deren Grösse zwischen J_2 und J_3 liegt.

Lösungsmittel: Benzol (Siedemethode). Farbe: rot, jedoch violetter als in der Kälte.

Gew. d. Jods in 100 g. Lösungsm.	Erhöhung d. Siede- punktes		Konstante	Molekül	
	gefunden	corr.		gefunden	corr.
1,804	0,139	0,180	26,7	347	268
3,11	0,231	0,317	„	360	262
5,08	0,405	0,574	„	335	237

Die Uebereinstimmung der gefundenen Werte zwischen Gefrier- und Siedemethode scheint auf den ersten Blick eine vollkommene zu sein; sie verschwindet aber nach Anbringung folgender Korrektur.

Da das Jod bei der Siedetemperatur des Benzols bereits einen merklichen Dampfdruck besitzt, welcher der Dampfspannungsverminderung des Lösungsmittels entgegen wirkt, so müssen die Erhöhungen des Siedepunkts zu gering und die Molekulargewichte zu gross gefunden werden. Um hierfür eine Korrektur anzubringen, kann man folgendermassen verfahren.

Eine Jodlösung von bekanntem Gehalt wird destilliert und das Destillat in mehreren Fraktionen aufgefangen. Aus der Konzentration dieser sowie dem Gewicht der Fraktionen, lässt sich die jeweilige Konzentration im Fraktionierkolben zu Anfang und zu Ende einer jeden Fraktion berechnen.

Aus folgender Zusammenstellung wird die Konzentrationsänderung des Destillats und damit auch die des Dampfes mit der Konzentration der siedenden Lösung ersichtlich. Die Konzentrationen sind immer in Gewichtsteilen Jod auf 100 Gewichtsteile Lösungsmittel angegeben.

Fraktion	I	II	III	IV	V	VI	VII
Konzentration der Fraktion = C_1	0,242	0,295	0,409	0,495	0,662	0,965	1,448
Anfangskonzentr. der sied. Lösung	1,14	1,3	1,54	1,83	2,19	2,82	3,62
Endkonzentration der sied. Lösungen	1,3	1,54	1,83	2,19	2,82	3,62	5,24
Mittel = C_2	1,22	1,42	1,68	2,01	2,51	3,22	4,43
$\frac{C_1}{C_2}$	0,20	0,21	0,24	0,25	0,26	0,30	0,33

Um für solche Werte von C_2 , die nicht in der Tabelle enthalten sind, C_1 zu finden, kann man angenähert annehmen, dass das Verhältnis $\frac{C_1}{C_2}$ sich zwischen zwei der obigen Werte proportional mit C_2 ändert. Ist nun die Konzentration einer Fraktion gleich C , so enthielt der Dampf, durch dessen Kondensation sie entstand, ebenfalls Cg Jod auf 100 g Benzol, oder, weil das Molekulargewicht des dampfförmigen Jods gleich 254 ist, $\frac{C}{254}$ Mole-

küle Jod auf $\frac{100}{78}$ Moleküle Benzol. Da nun in Gasgemischen die Partialdrucke der Komponenten im Verhältnis der Anzahl der Moleküle in demselben Volum stehen, so erhält man, wenn p_1 den Druck des Joddampfes, p_2 den des Benzoldampfes bezeichnet,

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{78 \cdot C}{254 \cdot 100}.$$

Beim Siedepunkt des Benzols kann man, wegen der geringen Grösse von p_1 , p_2 gleich 760 mm setzen; p_1 ist dann gleich $\frac{78 \cdot 760}{254 \cdot 100}$ C.

Einer Temperaturänderung von 5° entspricht bei der Siedetemperatur des Benzols eine Änderung des Dampfdruckes von 123 mm, ¹⁾ die Druckänderung p ist also von einer Temperaturänderung von $\frac{5 \cdot 78 \cdot 760}{123 \cdot 254 \cdot 100}$ C = 0,09487 C begleitet. Um so

1) Landolt und Börnstein physik. chem. Tabellen.

viel wird also die Erhöhung des Siedepunktes zu gering ausfallen, und man erhält den korrigierten Wert, wenn man diese Grösse zu der beobachteten Erhöhung addiert. Bei Benutzung dieser Werte der Siedepunkterhöhung erhält man die korrigierten Molekulargewichte, die oben in der zweiten Spalte eingetragen sind.

Nach dieser Korrektur werden die in siedendem Benzol erhaltenen Molekulargrößen bis zum normalen Wert von J_2 herabgedrückt und ergeben sich also erheblich niedriger als in Benzol bei Gefriertemperatur.

Lösungsmittel: Chloroform (Siedemethode) Farbe: violett.

Gewicht des Jods in 100 g. Lösungs- mittel	Erhöhung des Siede- punktes		Konstante	Moleküle	
	beobachtet	corr.		beobachtet	corr.
0,800	0,090	0,115	36,6	325	255
1,67	0,200	0,251	"	306	244
2,24	0,272	0,341	"	301	240
3,53	0,403	0,512	"	321	252
4,22	0,490	0,621	"	316	249
5,26	0,610	0,772	"	316	249

Tabelle zur Korrektur der Molekulargewichte in Chloroform nach der Siedemethode.

Fraktion	I	II	III	IV	V
Konzentration der Fraktion = C_1	0,203	0,283	0,370	0,506	0,722
Anfangskonzentr. der sied. Lösungen	0,918	1,07	1,29	1,75	2,43
Endkonzentration der sied. Lösungen	1,07	1,29	1,75	2,43	4,03
Mittel = C_2	0,99	1,18	1,52	2,09	3,23
C_1/C_2 .	0,21	0,24	0,24	0,24	0,22

Auch hier muss an den gefundenen Werten dieselbe Korrektur wie bei siedendem Benzol angebracht werden. Es gelten hierfür dieselben Betrachtungen wie oben, man hat nur nöthig in der Formel für die Temperaturänderung anstatt des Molekulargewichts des Benzols = 78 das des Chloroforms = 120 und statt der Druckänderung von 123 mm bei 5° Temperaturänderung die von

134 mm¹⁾ einzusetzen. Die Temperaturänderung ergibt sich zu 0,134 C, wobei C wie oben die Konzentration des Dampfes bedeutet.

Letztere Grösse ist hier sehr einfach zu finden, da, wie vorstehende Zusammenstellung zeigt, das Verhältnis $\frac{C_1}{C_2}$ konstant gleich 0,23 ist, für C₁ also 0,23 C₂ einzusetzen ist, wobei C₂ die Konzentration der siedenden Lösung bezeichnet. Der Wert der Temperaturänderung nimmt dann die Form $0,23 \cdot 0,134 C_2 = 0,03082 C_2$ an. Durch Addition dieser Grösse zu der beobachteten Siedepunktserhöhung und Benützung dieser Werte bei der Berechnung der Molekulargewichte erhält man wieder die in der zweiten Spalte aufgeführten korrigierten Werte. Die in siedendem Chloroform gefundenen Werte stimmen nach der Korrektur wieder auf J₂.

Lösungsmittel: Naphtalin (Gefriermethode) Farbe: braun-rot.

Gew. des Jods in 100 g Lösungsm.	Erniedrigung des Erstar- rungspunktes	Konstante	Molekül
1,33	0,385	70	242
1,9	0,550	70	242
3,52	0,980	70	251

Ueber das Molekül des Jods in Naphtalin liegen Beobachtungen von Hertz²⁾ vor, der es ebenfalls J₂ entsprechend gefunden hat.

Lösungsmittel: Aethylenbromid (Gefriermethode) Farbe: rot.

Gew. des Jods in 100 g Lösungsm.	Erniedrigung des Erstar- rungspunktes	Konstante	Molekül
0,329	0,175	120	225
0,792	0,391	„	243
1,47	0,685	„	258
2,26	1,055	„	257

Lösungsmittel: p-Xylol (Gefriermethode) Farbe: rot.

Gew. des Jods in 100 g Lösungsm.	Erniedrigung des Erstar- rungspunktes	Konstante	Molekül
1,17	0,199	43	253
2,21	0,372	43	255
4,345	0,718	43	260

1) Landolt und Börnstein, Physikal. chem. Tabellen.

2) Zeitschrift für physikal. Chemie 6, 358.

Die Konstante des p-Xylols wurde mittelst Phenylbenzoats bestimmt. Man sieht, dass die Molekulargrösse des Jods in Aethylenbromid und p-Xylol der Formel J_2 entspricht, während Gautier und Charpy eine Uebereinstimmung mit den grösseren Werten in Benzol beobachtet zu haben angeben.

Alle Lösungsmittel, die eine zuverlässige Bestimmung des Jodmoleküls gestatten, ergeben also mit Ausnahme des Benzols beim Gefrieren Werte, die auf das Molekül J_2 hinweisen. Das anomale Verhalten des Benzols ist um so auffallender als andere Kohlenwasserstoffe z. B. Naphtalin und p-Xylol normale Werte ergeben. Eine Ausscheidung von Jod beim Gefrieren, welche die Ursache dieser Erscheinung sein könnte, liess sich nicht konstatieren. Eine verschiedene Grösse des Jodmoleküls als Ursache der Verschiedenheit der Farbe anzunehmen ist nach obigen Zahlen nicht zulässig, da die intensiv braun gefärbte ätherische Lösung nach den Versuchen Beckmanns ebenfalls zu Werten J_2 führt. Gleichwohl aber muss der Grund in der molekularen Beschaffenheit der Lösung gesucht werden, da die meisten Lösungen beim Abkühlen sich mehr nach braun, beim Erwärmen mehr nach violett hin färben, Temperaturänderungen aber wohl nur eine Aenderung des molekularen Zustands bewirken.

Wie aber schon Beckmann hervor gehoben hat, wird durch die Versuche durchaus nicht die Entscheidung dahin getroffen, dass in den braunen wie violetten Lösungen das Jodmolekül frei vorhanden ist, im Gegentheil könnte der Unterschied der Färbung darauf zurückgeführt werden, dass nur in violetten Lösungen Jodmoleküle sich in demselben Zustand befinden wie im Joddampf, während in braunen Lösungen aber das Jod mit dem Lösungsmittel zu Molekularkomplexen zusammentritt, von denen jeder ein Molekül J_2 enthalten muss, im Uebrigen aber fast beliebig gross werden kann.

Die insbesondere von E. Wiedemann¹⁾ durch Abkühlen beobachteten Uebergänge von violett und rotgefärbten Jodlösungen in braungefärbte, wäre auf die Entstehung braungefärbter nur in der Kälte bestehenden additionellen Verbindungen zwischen Jod und dem Lösungsmittel zurückzuführen, wie solche E. Wiedemann²⁾ bereits bei verschieden gefärbten Lösungen anderer Körper angenommen hat.

1) Wiedemanns Annalen. N. F. 41, 298.

2) Ladenburg's Handwörterb. der Chemie. Bd. VI, 593.

Es erscheint bemerkenswert, dass wo höhere Molekularwerte durch den Versuch gewonnen worden sind, nämlich bei Gefrierversuchen mit Benzol, es sich nicht um braune, sondern um rote Lösungen handelt. Ob hier normale Jodmoleküle direkt oder unter Beihülfe des Lösungsmittels zusammen getreten sind, kann natürlich durch den Versuch nicht entschieden werden; jedenfalls sind bei Siedetemperatur der Benzollösung nur Moleküle vorhanden, welche einfach molekulare Jodmengen enthalten.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass in den braungefärbten Lösungen Moleküle J_4 , in den violettgefärbten Moleküle J_2 vorhanden seien, haben Gautier und Charpy¹⁾ noch Versuche angestellt, um diese verschiedenen Moleküle nach ihrer verschiedenartigen chemischen Wirkung zu charakterisieren. Nach ihnen sollen braune Jodlösungen beim Schütteln mit Quecksilber sofort Quecksilberjodid bilden, während violette Lösungen sofort Quecksilberjodür entstehen lassen, auch wenn noch überschüssiges Jod vorhanden ist. Nun lässt sich aber leicht nachweisen, dass Quecksilberjodür durch violette Jodlösung in Chloroform alsbald in Quecksilberjodid übergeht; und es lässt sich auch nicht recht einsehen, warum das Molekül J_4 grössere Neigung zeigen sollte, Quecksilberjodid zu bilden, während das Molekül J_2 zu Quecksilberjodür führt.

Gautier und Charpy haben weiter auf den Unterschied hingewiesen, welche braune und violette Jodlösungen dem Blei-amalgam gegenüber zeigen. Bei Wiederholung der Versuche hat sich bestätigt, dass eine braune alkoholische Jodlösung beim Schütteln mit dem Amalgam verhältnissmässig schneller Jodblei liefert, als eine violette Jodchloroformlösung; worauf dies beruht, lässt sich noch nicht vollkommen übersehen, doch erscheint es ausgeschlossen, dass hier charakteristische Wirkungen der Moleküle J_4 und J_2 vorliegen.

1) Comptes rendus 111, 645.

Ueber eine neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure.

Von C. Paal.

Zu den am wenigsten bekannten Verbindungen aus der Reihe der Stickstoff-Sauerstoffsäuren gehört die untersalpetrige Säure. Trotz des grossen Interesses, das dieselbe seit der Feststellung ihrer Konstitution durch W. Zorn¹⁾ in Anspruch nehmen darf, — kann sie doch als „Diazonium:“ $\text{HO}\cdot\text{N} = \text{N}\cdot\text{OH}$, als die Stammsubstanz aller organischen Azo- und Diazoverbindungen aufgefasst werden —, ist die Kenntnis sowohl der Säure selbst, als auch ihrer Salze eine äusserst unvollständige geblieben.

Die Ursache dieser mangelhaften Kenntnis liegt zweifellos in der schwierigen Zugänglichkeit und Zersetzlichkeit der Säure und der meisten ihrer Salze.

Wie zuerst Divers²⁾ nachgewiesen, entstehen Salze der untersalpetrigen Säure durch Reduktion der Nitrite und Nitrate in wässriger Lösung mit Natriumamalgam. Die Isolierung gelingt durch Ueberführung in das charakteristische, gelbe Silber-salz. W. Zorn³⁾, welchem man die relativ eingehendste Untersuchung der Säure verdankt, hat die Darstellungsmethode dadurch etwas verbessert, dass er an Stelle der Alkalinitrite Baryumnitrit anwandte.

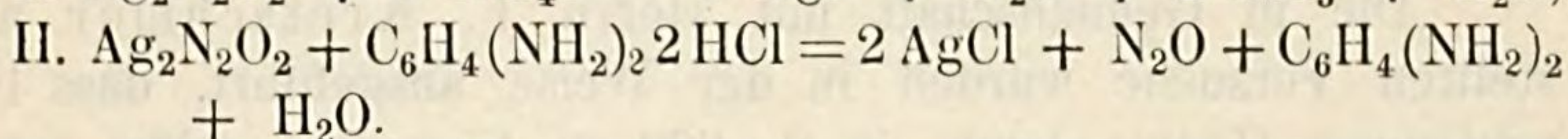
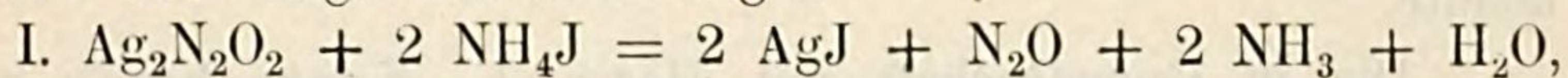
In der Absicht, die untersalpetrige Säure auf ihr Verhalten gegen eine Reihe anorganischer und organischer Verbindungen zu prüfen, habe ich in Gemeinschaft mit Herrn F. Kretschmer die Darstellung der Säure nach Zorn's Angaben unternommen. Es

1) „Die untersalpetrige Säure etc.“, Habilitat.-Schrift, Heidelberg, 1879 Ber. chem. Ges. X, 1306, XI, 1630, XV, 1007.

2) Journ. chem. Soc. Bd. 45, pag. 78.

3) Ber. chem. Ges. XI, 1630, 2217, XII, 1509.

ist uns aber weder bei Anwendung von Baryumnitrit, noch von Kalium- oder Natriumnitrit gelungen, die von Zorn angegebene Maximalausbeute an Silberhyponitrit zu erreichen. Im Besitze von einigen Gramm des Silbersalzes haben wir auf dasselbe Schwefelwasserstoff, Jodammonium und o-Toluyldiaminchlorhydrat teils in wässriger, teils in alkoholischer Lösung einwirken lassen in der Erwartung, so zu Kondensationsprodukten der untersalpetrigen Säure zu gelangen. Es zeigte sich aber, dass die Säure nicht in der gewünschten Weise reagierte. Schwefelwasserstoff bewirkte den Zerfall des Salzes in Schwefelsilber, Stickoxydul und Wasser. Die Einwirkung von Jodammon und salzsaurem o-Toluyldiamin vollzog sich nach folgenden Gleichungen:

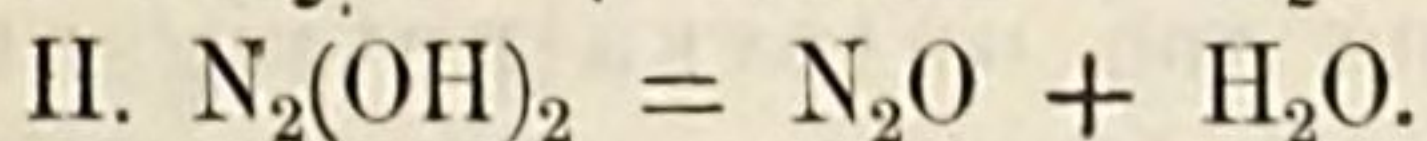
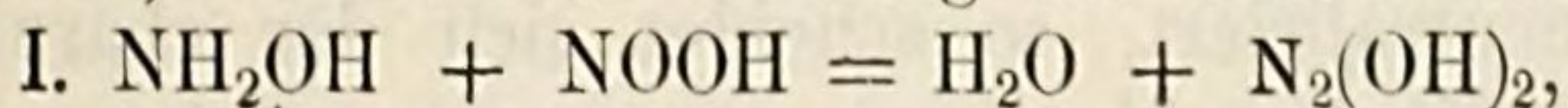


Es hat demnach keine Kondensation, sondern ein vollständiger Zerfall der untersalpetrigen Säure stattgefunden.

Die geringen Ausbeuten, welche bei der Reduktion der Nitrite erhalten wurden, liessen den Wunsch rege werden, eine andere, ergiebigere Darstellungsmethode der Säure ausfindig zu machen.

Vor längerer Zeit hatte V. Meyer¹⁾ nachgewiesen, dass sich bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf Hydroxylamin Stickoxydul — das Anhydrid der untersalpetrigen Säure — in reichlicher Menge bildet. Dieser Vorgang wurde dann in jüngster Zeit auch von Montemartini²⁾ in Bezug auf die Geschwindigkeit des Reaktionsverlaufes näher studiert.

Es schien immerhin denkbar, dass unter Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen sich bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf Hydroxylamin untersalpetrige Säure würde isolieren lassen, da die Entwicklung von Stickoxydul als sekundärer Prozess anzusehen ist, welchem die Bildung der Säure vorangeht:



Dass die untersalpetrige Säure leicht in Stickoxydul und

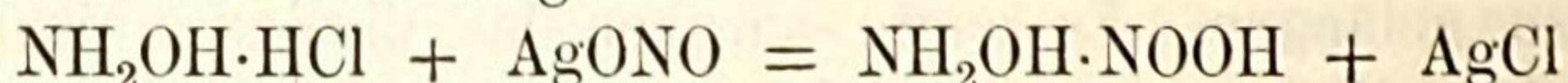
1) Liebigs Ann. d. Chem. Bd. 175, pag. 141.

2) Gazz. chimica, XXII (2), 304.

Wasser zerfällt, ist durch die Untersuchungen von van der Plaats¹⁾ und Zorn (loc. cit.) nachgewiesen.

Da die Reaktion voraussichtlich am glattesten bei niedriger Temperatur und in von Nebenprodukten freier, wässriger Lösung vor sich gehen würde, so liess ich Silbernitrit auf salzsaures Hydroxylamin in Wasser gelöst einwirken.

Nach der Gleichung:



musste sich in der ersten Phase salpetrigsaures Hydroxylamin bilden, welches sich dann nach der weiter oben angegebenen Gleichung zu untersalpetriger Säure kondensieren konnte.

Die in Gemeinschaft mit Herrn F. Kretschmer angestellten Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass 10 gr salzsaures Hydroxylamin in 2—300 gr Eiswasser gelöst und in die von aussen mit Eis gekühlte Lösung etwas mehr als die berechnete Menge Silbernitrit eingetragen wurde.

Die Umsetzung geht rasch vor sich, wobei sich das Silbernitrit in weisses, grobflockiges Chlorsilber umwandelt. Nach einigem Stehen beginnt die Gasentwicklung (Stickoxydul). Es zeigte sich, dass die ursprüngliche Lösung in der That salpetrigsaures Hydroxylamin enthielt, denn die filtrierte Lösung gab mit Silbernitrat einen reichlichen Niederschlag von Silbernitrit, während auf Zusatz von Ammoniak starke Gasentwicklung und Abscheidung von metallischem Silber eintrat. Die Lösung zeigt also gleichzeitig die Reaktionen der salpetrigen Säure und des Hydroxylamins.

Nach längerem Stehen der ursprünglichen Lösung über dem Chlorsilberniederschlag, wobei fortwährend Stickoxydul entweicht, verschwindet allmählich die Reaktion auf salpetrige Säure, und wenn man nun filtriert, etwas Silbernitrat zusetzt und mit stark verdünntem Ammon neutralisiert, so scheidet sich der charakteristische, gelbflockige Niederschlag von untersalpetrigsaurem Silber ab. Derselbe wurde durch Lösen in verdünnter Salpetersäure und Wiederausfällen mit Ammon gereinigt. Er zeigte die von Zorn (loc. cit.) angegebenen Eigenschaften.

1) Ber. chem. Ges. X, 1507.

Aus ammoniakalischer Lösung gelang es, das Salz zum Teil in kleinen gelben Krystallkörnchen zu erhalten.

Leider ist die Ausbeute eine sehr geringe, so dass auch diese neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure nur theoretisches Interesse beanspruchen darf.

Schliesslich sei erwähnt, dass wir auch die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Aether des Hydroxylamins und zwar auf das am leichtesten zugängliche Benzylhydroxylamin in den Kreis der Untersuchung gezogen haben. Bis jetzt konnte nur das Endprodukt der Reaktion — Benzylalkohol — isoliert werden.

Zur Vererbung der Tuberkulose.

Von Dr. E. Westermayer.

Nach einer kurzen Besprechung der über die Vererbung der Tuberkulose aufgestellten Theorien*) berichtet der Vortragende über experimentelle Untersuchungen über die Frage, ob bei mit Tuberkulose behafteten Menschen überhaupt eine Ausscheidung, bzw. Ablagerung von Tuberkelbacillen in den Geschlechtsdrüsen stattfindet.

Die Untersuchungen wurden während des Wintersemesters 1892/93 von Herrn Dr. E. Westermayer auf Anregung und unter Leitung des Vortragenden im pathologisch-anatomischen Institute zu Erlangen ausgeführt.

Dieselben wurden in der Weise vorgenommen, dass tuberkulösen Leichen möglichst bald p. m. ein Hode bzw. ein Ovarium unter antiseptischen Cautelen entnommen und dann die mit sterilisirter Scheere zerkleinerte Drüsensubstanz Kaninchen in die Bauchhöhle eingeführt wurde. Es wurde stets das Parenchym eines ganzen Hoden mit Ausnahme eines kleinen zur mikroskopischen Untersuchung zurückgelassenen Restes in der Form von 50–60 kleinen Stückchen, oder in der Form eines durch Zerreißung der Drüsensubstanz hergestellten Breies dem Versuchstiere einverleibt. Der Rest des Hoden, bzw. Ovariums wurde

*) Bezüglich der Literatur sei auf die ausführliche Arbeit Westermayer's „Beitrag zur Vererbung der Tuberkulose, Inaugural-Dissertation, Erlangen 1893“ verwiesen.

nach Alkoholhärtung mikroskopisch auf die Anwesenheit von Tuberkelbacillen geprüft.

Die so angestellten Untersuchungen erstrecken sich auf 17 Leichen und zwar auf 3 weibliche und 14 männliche Individuen. Erstere hatten ein Alter von 19—35 Jahren, von den Männern war einer 18 Jahre alt, 6 zählten zwischen 20 und 30 Jahre, 4 zwischen 31 und 40, 2 zwischen 50 und 53, einer 61 Jahre. Sämtliche Fälle betreffen schwere Formen von Lungentuberkulose, welche auch die Todesursache bildete. Meistens handelte es sich um chronische Tuberkulose mit acuten lokalen Nachschüben in der Form ausgebreiteter Tuberkeleruptionen und käsigen Pneumonien; in 14 Fällen war Cavernenbildung vorhanden, in 11 gleichzeitig tuberkulöse Erkrankung des Kehlkopfes und bei 12 Fällen fand sich auch ein tuberkulöser Geschwürsprozess im Darm; in 5 Fällen endlich waren auch andere Organe (Leber, Milz und Nieren, einmal ein Kniegelenk und einmal der l. Nebenhode) mit tuberkulösen Veränderungen behaftet.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Geschlechtsdrüsen dieses Materials konnten in keinem Falle Tuberkelbacillen oder irgend welche histologische Veränderungen tuberkulöser Natur nachgewiesen werden*).

Ebenso ergab die Einführung von Hoden- bezw. Ovarialsubstanz in die Bauchhöhle von Kaninchen in sämtlichen Versuchen ein negatives Resultat.

Bei den 6—8 Wochen nach der Operation getöteten Versuchstieren fanden sich die eingeführten Gewebspartikelchen zu einem geschwulstförmigen, erbsen- bis haselnussgrossen Körper zusammengeballt, welcher von einer lockeren Bindegewebskapsel umgeben und durch zartes, gefässreiches Bindegewebe in der Regel mit dem Processus vermiformis verwachsen war. Die so eingeheilte Drüsensubstanz war weich, etwas trocken und von hellbräunlicher Färbung. Durch vergleichende Messungen und Wägungen liess sich feststellen, dass das eingeheilte Drüsenparenchym stets etwa auf $\frac{1}{3}$ seines ursprünglichen Gewichtes und Volumens reducirt war; da nun ein

*) In dem Falle mit tuberkulöser Erkrankung des l. Nebenhoden kommt selbstverständlich nur der r. Hode für die Untersuchung in Betracht.

seiner Tunica propria beraubter Hode 4,5—6 gr wiegt und durchschnittlich 3,68 gr eingeführt worden waren, so entspricht die zur Resorption gelangte Menge (zwischen 2 und 3 gr) beiläufig der Hälfte des Parenchyms eines ganzen Hoden.

In keinem Falle konnten, weder in der nächsten Umgebung des eingeheilten Gewebstückchens, noch auch sonst wo in der Bauchhöhle oder in den verschiedenen Organen und Lymphdrüsen irgend welche tuberkulöse Erkrankungsherde, weder makroskopisch noch mikroskopisch, beobachtet werden. Ebensowenig liessen sich in den eingeheilten Parenchymstückchen selbst bei der mikroskopischen Untersuchung jemals Tuberkelbacillen nachweisen. Dieselben zeigten das Bild einfacher Gewebnekrose mit mässiger Leukocyten-Einwanderung namentlich in den peripheren Zonen.

Zur Kontrolle wurde auch von einem an acuter allgemeiner Miliartuberkulose verstorbenen Manne ein Teil des Hodenparenchyms in der angegebenen Weise einem Kaninchen in die Bauchhöhle eingeführt. Obwohl nun bei der mikroskopischen Untersuchung des Hoden in 56 Schnitten nur 4 Bacillen gefunden werden konnten, so hatte sich doch bei dem Versuchstiere nach 8 Wochen ein grosser tuberkulöser Abscess in der Bauchhöhle entwickelt, welcher sehr zahlreiche Tuberkelbacillen enthielt.

Da nun, wie Wyssokowicz gezeigt hat, schon die Einführung von 40—50 Tuberkelbacillen in die Bauchhöhle eines Kaninchens genügt, um Tuberkulose beim Versuchstiere zu erzeugen, so berechtigt das Resultat der vorliegenden experimentellen Untersuchungen zu dem Schlusse, dass bei mit chronischer Lungentuberkulose behafteten Menschen, selbst bei weit vorgeschrittener Erkrankung und ausgedehnter Verbreitung des tuberkulösen Prozesses, doch in den Geschlechtsdrüsen in der Regel gar keine oder doch gewiss nur verschwindend geringe Mengen von Tuberkelbacillen abgelagert werden bzw. zur Ausscheidung gelangen.

Bedenkt man nun vollends, dass bei einer Samenejaculation durchschnittlich gegen 50 000 000 Spermatozoen ausgeworfen werden und dass bei der Befruchtung nur 1 Spermatozoon in das Ei eindringt, so erscheint es bei dieser Sachlage, so gut wie ausge-

schlossen, dass, wenigstens von Seiten des Vaters, eine germinative Uebertragung der Tuberkulose auf die Nachkommen erfolgen könne; und zwar um so mehr, als doch die Fortpflanzung in eine frühere Krankheitsperiode zu fallen pflegt, in welcher der Erkrankungs-herd noch localisiert und daher eine Verschleppung der Tuberkelbacillen in die Geschlechtsdrüsen noch weit unwahrscheinlicher ist, als in den späteren Stadien der Krankheit, wo der tuberkulöse Prozess an Ausbreitung und Intensität zugenommen hat.

Ueber Infusionen von C. Paal'schem salzsauren Glutinspepton in die Blutbahn.

Von Fritz Heubach.

Die Frage nach der Resorption der Eiweisskörper, welche vor einigen Jahren noch der Gegenstand lebhafter Controversen gewesen ist, dürfte vor allem durch die schönen Untersuchungen Neumeister's definitiv dahin entschieden sein, dass die Eiweisskörper vor ihrer Resorption zum allergrössten Teil erst in Peptone umgewandelt werden, dass daneben aber noch gewisse Eiweissarten unverändert die Darmwand passieren können. Derselbe Forscher hat auch nachgewiesen, dass die Peptone auf ihrem Wege durch die Darmwand durch irgendwelche entweder unerklärliche oder bisher nur unerklärte vitale Vorgänge, die sich entweder in den Epithelien oder in den Leukocyten der Darmwand abspielen, wieder in Eiweiss regeneriert werden. Diesem Ergebnis entspricht auch der mit Hülfe neuerer Untersuchungsmethoden erbrachte Nachweis, dass die früher geltende Ansicht, es seien während der Eiweissverdauung Peptone in der Blutbahn vorhanden, jeder analytischen Begründung entbehrt.

Die Erweiterung unserer Kenntnis von der Eiweissresorption ist vor allem auf zwei Wegen herbeigeführt worden. Einmal hat man reine Peptone an Hunde verfüttert und dabei gefunden, dass sie vollkommen äquivalente Mengen von Eiweisskörpern zu ersetzen vermögen, und dann hat man das Verhalten der Eiweisskörper resp. Peptone bei ihrer direkten Einführung in die Säftemasse geprüft.

Neumeister hat durch verschiedene Tierversuche gezeigt¹⁾, „dass bei direkter Einführung der Eiweisskörper in die Blutbahn diejenigen assimiliert werden, welche, auf normalem Wege in die Säftemasse gelangend, denselben auch beschreiten können, ohne dass sie den digestiven Processen erliegen, dass sich dagegen die Säftemasse derjenigen Eiweisssubstanzen als Fremdkörper entledigt, welche diesen Weg ohne Umsetzungen nicht zurücklegen

1) Neumeister, Zur Physiologie der Eiweissresorption. Habilitationsschrift. Jena 1890, p. 9.

können.“ Er verwandte zu diesen Versuchen Syntonin und Albuminat aus Eiereiweiss, Syntonin aus Rindsmuskeln, krystallinisches Phytovitellin aus Kürbissamen, sowie reines Serumalbumin, nach deren Injektion er niemals das Auftreten von Eiweiss im Harn beobachtete. Damit widerlegte er zugleich die Annahme¹⁾, „dass alle fremden nicht zur normalen Zusammensetzung des Plasma gehörigen Eiweisskörper, welche man in das Blut gelangen lässt, im Harn wieder erscheinen.“ Zugleich konnte Neumeister auch die von Hofmeister²⁾ zuerst angegebene „Thatsache bestätigen, dass auch die aus der Magenverdauung hervorgegangenen Peptone sich den nicht direkt assimilierbaren Eiweisskörpern anschliessen, also durch die Nieren entfernt werden, wenn man sie künstlich der Säftemasse einverleibt.“ Er prüfte inbezug hierauf sowohl die durch Einwirkung des Magensaftes, als auch die durch Einwirkung der Pankreasfermente entstehenden Peptone und ausserdem die Albumosen, welche sich „trotz ihres chemischen Verhaltens physiologisch den Peptonen gegenüber gleich verhielten und unter allen Umständen schnell zur Ausscheidung gelangten.“

Die Untersuchungen Neumeisters beziehen sich, soweit sie überhaupt auf Peptone eingehen, auf die wichtigsten Eiweisspeptone. Leimpeptone sind bisher in der gleichen Richtung noch nicht geprüft worden. Die Resorption des Leimes, der ja ein sehr wichtiges Ersatzmittel des Eiweisses bei der Ernährung darstellt, geht nach der allgemein gültigen Ansicht so vor sich, dass er ebenfalls zuvor durch die Verdauungssäfte in Pepton umgewandelt wird. Der Grund davon, dass die Frage nach dem Ersatz des Leimes durch Leimpeptone noch ihrer Erledigung harrte, ist wohl darin zu suchen, dass bisher ein reines chemisches Präparat von Glutipepton nicht vorhanden war. Nachdem es aber C. Paal gelungen war, aus Gelatine durch Digerieren mit verdünnter Salzsäure ein Leimpepton von einer bis dahin unbekannten Reinheit zu gewinnen, lag es nahe, dieses neue Präparat auf seinen Nährwert und seine sonstigen physiologischen Wirkungen näher zu prüfen.

Im Sommersemester 1892 wurde auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. J. Rosenthal und des Herrn Dr. O. Schulz im physiologischen Laboratorium zu Erlangen ein Fütterungsversuch

1) Bunge, Lehrbuch der physiologischen Chemie 1889, p. 311.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie V. p. 134.

mit Paal'schem Glutinpepton durchgeführt, welcher zeigen sollte, wie weit bei einem Hunde das Fleischfutter durch dieses Pepton ersetzt werden könne. Nach privaten Mitteilungen des damit beschäftigten Herrn Dr. med. Ganz¹⁾ ist es vollkommen gelungen, etwa die Hälfte des Fleischeiweisses durch die äquivalente Menge von Glutinpepton zu ersetzen, sodass das Versuchstier während der ganzen Fütterungsperiode im Stickstoffgleichgewicht blieb.

Im Anschluss an diese Untersuchung versuchte ich die Frage nach dem Verhalten des Paal'schen Glutinpeptons bei der direkten Infusion in die Blutbahn zu entscheiden. Die im Verlauf der Arbeit auszuführenden Tierversuche sollten an kräftigen Kaninchen und an kleineren Hunden vorgenommen werden.

Herr Professor Dr. C. Paal hierselbst hatte die Güte, uns das von ihm dargestellte salzsaure Glutinpepton für diese Untersuchungen in grösseren Mengen zur Verfügung zu stellen, wofür ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen mir eine angenehme Pflicht ist.

Das salzsaure Glutinpepton Paal²⁾ wird dargestellt durch Erhitzen von reiner Handelsgelatine mit der doppelten Gewichtsmenge 8% Salzsäure. Es ist in absolutem Alkohol vollkommen löslich, und diese Eigenschaft wird zu seiner Abtrennung von den der Handelsgelatine stets anhaftenden anorganischen Salzen und sonstigen Verunreinigungen benutzt. Das von mir verwendete Präparat stammte aus der Fabrik von Kalle & Co., Chemische Fabrik in Biebrich a./Rh., wo es nach der Vorschrift Paal's in grösseren Quantitäten hergestellt wird.

Das salzsaure Glutinpepton stellt bezüglich seiner Zusammensetzung und seiner Eigenschaften ein sehr constantes Präparat dar, bei welchem nur der HCl-Gehalt je nach der Herstellungsweise schwankt. Ich versuchte durch direkte Titration mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge die Salzsäure in meinem Präparat zu bestimmen und erhielt aus mehreren Versuchen folgendes Durchschnittsresultat:

Menge der zur Titration benutzten Peptonlösung: 20 ccm einer 5% alkoholischen Lösung. Diese wurden mit Wasser ver-

1) Inaug.-Diss. Erlangen 1893.

2) C. Paal, Ueber die Peptonsalze des Glutins. Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft 1892, p. 1202.

dünnt, damit die gelbliche Färbung der Peptonlösung nicht zu sehr die Farbe der als Indicator benutzten Lackmustinctur störte.

Zur Neutralisation waren erforderlich 24 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH.

24 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{36,5 \cdot 24}{10 \cdot 1000} = 0,0876$ g HCl.

Es sind also nach der Titration in 1 g salzsaurem Glutipepton 0,0876 g HCl enthalten. Dieser Wert ist aber viel kleiner als der durch gewichtsanalytische Bestimmung des Chlors gefundene Wert. Der Grund hiervon liegt darin, dass, wie Paal selbst hervorgehoben hat, die Säure so fest an das Pepton gebunden ist, dass sie durch blosses Neutralisieren sich überhaupt nicht vollständig dem Pepton entziehen lässt. Folgender Versuch von Paal zeigt dies aufs Deutlichste: 3 g Peptonsalz mit 10,38% Salzsäure wurden in Wasser gelöst, die Lösung mit Lackmus rot gefärbt und nun mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge bis zur beginnenden alkalischen Reaction titriert. Es wurden 21,5 ccm Lauge, entsprechend 0,08047 g Salzsäure, verbraucht, während der anderweitig festgestellte Säuregehalt des Salzes 0,3114 betrug. Es war also nur etwas mehr als der vierte Teil der Säure durch Alkali gebunden worden¹⁾. Das für meine spätern Untersuchungen verwendete Präparat enthielt nach der gewichtsanalytischen Chlorbestimmung 12,3 % HCl.

Den Stickstoffgehalt seiner Peptone hat Paal durch Elementaranalyse bestimmt. Für das salzsaure Pepton gibt er an einer Stelle 15,85 % Stickstoffgehalt an, der sich bei der Umrechnung auf freies Pepton in diesem Falle auf 17,85 % stellt. In einem andern Falle beträgt der N-gehalt eines freien Peptons, bei dem die Salzsäure nach seiner Methode durch Silbersulfat völlig entfernt war, 17,80 %.

Ich habe durchgehends bei den Stickstoffbestimmungen, die ich nach der Methode von Kjeldahl-Argutinsky²⁾ ausführte, kleinere Werte erhalten. Zwei derartige Analysen lasse ich hier folgen:

I. Menge des salzsauren Glutipeptons 1,353 g.

Die in der Vorlage befindlichen 50 ccm Normalschwefelsäure,

1) Paal Loc. cit., p. 1227.

2) Argutinsky: Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 46. p. 581.

in welche das gebildete Ammoniak hinein destillierte, wurden jedesmal mit Wasser auf 500 ccm aufgefüllt, und davon wurden 25 ccm zur Titration verwendet.

Endtiter 18,6 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH, mithin
 Titerdifferenz für 25 ccm Destillat = 6,4 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
 „ „ 500 „ „ = 6,4.20 „ „ „ „
 Nun entsprechen 6,4.20 ccm $\frac{1}{10}$ NaOH $\frac{6,4.20.14}{10.1000}$ g N = 0,1792 g N.

Es ist also gefunden

für 1,335 g HCl-Pepton 0,1792 g N, d. h.

„ 1,0 „ „ 0,1371 „ „ .

Wird hieraus der Stickstoffgehalt des freien Peptons berechnet, so findet man — den Säuregehalt des HCl-Salzes zu 12,3 % angenommen — für das säurefreie Präparat 15,63 % N.

II. 1,338 g Peptonsalz.

Es wurden 50 ccm des auf 500 ccm aufgefüllten Destillats titriert.

Endtiter 38,7 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH,
 also Titerdifferenz 11,3 „ „ „ und
 Titerdifferenz für 500 ccm Destillat = 10.11,3 ccm $\frac{1}{10}$ NaOH;
 dies entspricht $\frac{14.10.11,3}{10.1000} = 0,1582$ g N.

Es ist also gefunden

für 1,338 g HCl-Pepton 0,1582 g N

„ 1,0 „ „ 0,1182 „ „ und hieraus

„ 1,0 „ freies Pepton 13,47 % N.

Das Paal'sche Pepton hat ausserdem noch einige bemerkenswerte Eigenschaften, welche es von anderen Peptonen unterscheiden. Es ist ein äusserst stark hygroskopisches, aus kleinen Lamellen bestehendes Pulver von nahezu weisser Farbe, das an der Luft nach kurzer Zeit zu einer klebrigen, gummiähnlichen Masse zerfliesst. Von grösstem Interesse ist der Umstand, dass es sich in wasserfreiem Methyl- und Aethylalkohol in jedem Verhältnis und mit Leichtigkeit, ebenso wie in Wasser löst. Die 5 % alkoholische Lösung stellt eine hell gelblich-braune, klare Flüssigkeit dar, aus der sich erst bei längerem Stehen ein geringer flockiger Niederschlag ausscheidet. Beim Neutralisieren dieser stark sauren alkoholischen Lösung mittelst Natronlauge fällt das Pepton teilweise als braune syrupöse Masse aus. Die 5 % wässrige Lösung ist hell gelblich-braun und bleibt bei längerem Stehen

völlig klar; doch siedeln sich nach einiger Zeit ziemlich ausgedehnte Schimmelpilzkulturen darauf an.

Wie Paal angiebt, „wird die wässrige Lösung weder durch Sublimat, noch Ferrocyankalium und Essigsäure, noch von Salpetersäure oder Kochsalz, wohl aber durch Ammoniumsulfat, wenn auch nicht vollständig, gefällt. Ebenso wie letzteres verhält sich auch Phosphorwolframsäure. Das Salz zeigt ferner die für die Peptone charakteristische Biuretreaction sehr intensiv, dagegen nicht die Adamkiewicz'sche und Millon'sche Reaction.“

Bezüglich der hier erwähnten Fällung durch Ammonsulfat, deren Fehlen nach Kühne's Ansicht für die Peptone gerade charakteristisch ist, bemerke ich, dass Paal an einer spätern Stelle seiner Arbeit angiebt, dass diese Eigenschaft nur den säureärmeren Salzen zukomme. Dagegen werden die in Aethylalkohol löslichen, sehr säurereichen Salze, zu denen auch das von Kalle & Co. hergestellte gehört, mit einem Säuregehalt von 12—13 % nicht mehr durch Ammonsulfat aus ihren wässrigen Lösungen gefällt, „dürften also sämtlich als Salze der eigentlichen Peptone nach der Definition Kühne's angesehen werden.“

Um ein klares Bild von den Eigenschaften des salzsauren Glutinpeptons zu gewinnen, zog ich zum Vergleich einige Handelspeptone heran, nämlich 1) das Peptonum siccum alcohole praecipitatum Grübler. Es ist ein gelblich weisses Pulver, das sich in Wasser nur langsam löst. Die 5 % wässrige Lösung stellt eine grüngelbliche, trübe Flüssigkeit dar, aus der nach längerem Stehen ein flockiger Niederschlag ausfällt. Die von mir benutzte Lösung wurde filtriert. 2) Das Peptonum siccum e carne Merk; löst sich nur langsam in Wasser. Die 5 % wässrige Lösung ist dunkelbraun, nicht völlig klar. Die benutzte Lösung wurde ebenfalls filtriert.

Diese beiden Peptone sind zu geringem Teil in Alkohol löslich. Es wurde je 1 g des Grübler'schen und des Merk'schen Peptons mit 20 ccm Alkohol (ca. 95 %) übergossen. Dabei blieb das Pepton zum grössten Teil als eine schmierige, braune Masse am Boden des Becherglases haften und löste sich auch nicht beim Erwärmen. Die alkoholische Flüssigkeit wurde abfiltriert, eingedampft und der Rückstand in 10 ccm Wasser gelöst. Diese Lösung zeigt deutliche Biuretreaction und auch sehr deutliche Adamkiewicz'sche Reaction. Mit den 5 % Lösungen dieser

dreier Peptone stellte ich nun eine Reihe von vergleichenden Reactionen an, deren Resultat in der nachfolgenden Tabelle verzeichnet ist.

Art der Reaction	Art und Concentration der Lösung	Salzsaures Glutinpepton Paal	Peptonum siccum alcohole praecipit. Grüber	Peptonum siccum e carne Merk
I. Natronlauge + Kupfersulfat (Biuretreaction)	1/2 % wässrige Lösung	Deutliche Rosafärbung	Deutliche Rosafärbung	Deutliche Rosafärbung
II. Millons Reagens	1/2 % wässr. Lösung	Keine Trübung Keine Rotfärbung	Trübung, Rotfärbung	Trübung, Rotfärbung
		Keine Trübung. Nach dem Erkalten geringer weisser Niederschlag, der beim Erwärmen wieder verschwindet	Zusammenballen des Niederschlages	Zusammenballen des Niederschlages
III. Eisessig + conc. Schwefelsäure (Adamkiewicz'sche Reaction)	5 % wässrige Lösung	Kein violetter Ring, geringe Rosafärbung	Deutlicher violetter Ring	Die vorhandene Reaction wird verdeckt durch starke Braunfärbung
IV. Sublimat	5 % wässrige Lösung	Sehr geringe weissliche Trübung, die beim Erhitzen wieder verschwindet	Dicker weisser Niederschlag	Dicker weisser Niederschlag
	5 % alkoholische Lösung	Keine Trübung, auch nicht nach längerem Stehen		
	5 % neutralisierte wässrige Lösung	Geringer Niederschlag, der sich beim Erhitzen wieder löst		
V. Gerbsäure 2%	1/2 % wässrige Lösung	Kein Niederschlag	Dicker weisser Niederschlag, der sich bei Zusatz von HCl nicht völlig auflöst	Dicker weisser Niederschlag, der sich auf Zusatz von HCl nicht völlig auflöst
	1/2 % neutralisierte wässrige Lösung	Starker weisser Niederschlag, der sich bei Zusatz von HCl wieder völlig auflöst		
VI. Argentum nitricum	5 % wässrige Lösung	Starker weisser Niederschlag, der sich bei Zusatz von HNO ₃ nicht auflöst (Silberchlorid)	Geringe Trübung, die sich durch HNO ₃ wieder löst	Sehr geringe Trübung, durch HNO ₃ fast völlig wieder gelöst
VII. Phosphorwolframsäure + Salzsäure	1/2 % wässrige Lösung	Dicker weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst
VIII. Phosphormolybdänsäure	1/2 % wässrige Lösung	Dicker gelblich-weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker gelblich-weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker gelblich-weisser Niederschlag, beim Erhitzen aufgelöst
IX. Kochen mit Salpetersäure (Xanthoprotein-säurereaction)	1/2 % wässrige Lösung	Keine Gelbfärbung	Deutliche Gelbfärbung	Deutliche Gelbfärbung
	1/2 % neutralisierte wässrige Lösung	Sehr geringe Gelbfärbung	Starke Gelbfärbung	Starke Gelbfärbung

Charakteristisch für das Paal'sche salzsaure Glutinpepton ist also

- 1) deutliche Biuretreaction,
- 2) Fehlen der Millon'schen Reaction,
- 3) Fehlen der Adamkiewicz'schen Reaction,
- 4) Leichte Löslichkeit in absolutem Alkohol.

Bevor ich zu den Tierversuchen übergang, suchte ich zuerst festzustellen, ob nicht etwa schon ausserhalb des Tierkörpers das frische Blut irgend eine Einwirkung auf Pepton hätte. Ich führte deshalb mehrere Versuchsreihen durch, bei denen allen eine gewisse Menge Pepton zu einem gewissen Quantum frischen Rinderbluts gesetzt wurde. Nachdem die Proben 0 bis 24 Stunden teils bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, teils bei Bluttemperatur im Brütöfen gestanden hatten, wurde versucht, in ihnen das Pepton wieder qualitativ und quantitativ nachzuweisen. Bei allen diesen Versuchen handelte es sich darum, das Pepton, das dem Blute zugefügt worden war, aus diesem Eiweissgemisch zurückzugewinnen. Zu diesem Behufe musste stets das Blut von seinem Gesamteiweiss befreit werden. Es liegt auf der Hand, dass von dieser Operation in erster Linie das Gelingen der Analysen abhing.

Ehe ich das von mir angewendete analytische Verfahren bespreche, möchte ich kurz an die gebräuchlichsten Methoden der Enteiweissung des Blutes und ähnlicher eiweissreicher tierischer Flüssigkeiten erinnern, wie sie teils zur Bestimmung des Peptongehaltes, teils des Zucker-, Harnstoff- und Harnsäuregehaltes von verschiedenen Forschern angewendet worden sind.

Es wurde zunächst versucht, durch einfaches Aufkochen der eiweisshaltigen Flüssigkeit das Eiweiss zu coagulieren und durch nachheriges Abfiltrieren zu entfernen. Dabei zeigte sich aber, dass auf diese Weise bei weitem nicht alles Eiweiss entfernt wird, dass vielmehr ein grosser Teil in dem Filtrat gelöst bleibt. Beim Blute ist es vor allem der Blutfarbstoff, der in das Filtrat übergeht, wovon ich mich selbst durch mehrere Versuche überzeugen konnte. Ebenso unzuverlässig ist die Ausfällung der Eiweissstoffe durch reinen Alkohol, eine Methode, deren Unzulänglichkeit schon Alex. Schmidt¹⁾ nachgewiesen hat. Einige brauchbare Methoden

1) Alex. Schmidt, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie XIII, p. 108.

giebt Hoppe-Seyler¹⁾ an: durch einfaches Kochen nach vorsichtigem Zusatz von verdünnter Essigsäure erhält man eine flockige Gerinnung der Eiweisskörper. Durch Prüfung des Filtrats mit Ferrocyankalium kann man sich von der völligen Entfernung der Eiweissstoffe mit Ausnahme der Peptone überzeugen. Ein grosser Mangel dieses Verfahrens, den auch Hoppe-Seyler selbst angiebt, ist der, dass die Albuminstoffe sich in überschüssiger Essigsäure lösen, sodass man also mit dem Zusatz der Säure sehr vorsichtig verfahren muss; ausserdem kann auch durch die hohe Temperatur Zersetzung eintreten.

Dieses Verfahren, nur mit der Modification, dass das Blut vor dem Zusatz von Essigsäure mit dem 3—4 fachen Volumen Wasser verdünnt wurde, — eine schon von Claude Bernard geübte Methode — ist z. B. von v. Jaksch²⁾ angewandt worden bei seinen Untersuchungen über den Harnsäuregehalt des Blutes. Er bemerkt dabei bezüglich der Eiweissfällung, „dass das Filtrieren ungemein rasch vor sich geht, ebenso wie bei der Verwendung der Schmidt-Mühlheim'schen Methode für das Blut. Nach dem Aufkochen zeigte sich das Filtrat, nach den bekannten Methoden geprüft, fast stets frei von Eiweiss.“ Bei Gegenwart von Acidalbuminen, Propeptonen, Albuminaten oder Caseinen ist diese Methode unzulässig, und Hoppe-Seyler empfiehlt für diese Fälle zur Ausfällung „1) Zusatz eines Ueberschusses von kaltem Alkohol (mindestens 3 Volumen Alkohol auf 1 Volumen Flüssigkeit) oder 2) vorsichtigen Zusatz von Bleiessig, solange Niederschlag entsteht (der Ueberschuss des Reagens löst mehrere Albuminstoffe leicht wieder auf) oder 3) Eintragen von Chlornatrium oder Magnesiumsulfat zur vollständigen Sättigung.“

Ausserdem giebt Hoppe-Seyler noch zwei andere Methoden an, nämlich zur Entfernung von Acidalbumin oder Casein und Albuminaten eine Lösung von essigsaurem Eisenoxyd der Eiweisslösung hinzuzufügen und solange zu kochen, bis das Eisenoxyd als basisches Salz völlig ausgefällt ist. Doch bemerkt er dabei, dass die Lösung des essigsauren Eisenoxyds nur sehr wenig freie Essigsäure enthalten darf, weil sonst dieselben Schädlichkeiten eintreten, wie oben erwähnt.

1) Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol. u. path. chem. Analyse, 5. Auflage, p. 263.

2) Zeitschrift f. Heilkunde XI. 1890, p. 422.

Statt des essigsauren Eisenoxyds hält er zuweilen für zweckmässiger, eine Mischung von Eisenchlorid und überschüssigem Natriumacetat zu verwenden.

Die erstere dieser beiden zuletzt erwähnten Methoden von Hoppe-Seyler wurde vor allem von Schmidt-Mühlheim¹⁾ angewandt mit der geringen Modification, dass zu dem essigsauren Eisenoxyd noch ein kleines Quantum von schwefelsaurem Eisenoxyd zugefügt wurde. Er erzielte dadurch, „dass einfach gelöste Eiweisskörper aus dem Inhalt des Verdauungsapparates durch blosses Aufkochen mit dieser Eisenlösung vollständig abgeschieden werden können, ohne dass eine nennenswerte Verunreinigung der Eiweissfiltrate durch die zugefügten Reagentien bewirkt wird, und ohne dass eine Einwirkung dieser Substanzen auf Peptone und krystallinische Zersetzungsprodukte erfolgt. Schon einmaliges Aufkochen der mit der Eisenlösung versetzten Flüssigkeit, für deren geringe Concentration stets Sorge getragen werden muss, macht die Lösung vollkommen eiweiss- und eisenfrei.“

Das letzte Hoppe-Seyler'sche Verfahren, Kochen mit Eisenchlorid und Natriumacetat, ist vielfach angewandt worden, namentlich von Hofmeister²⁾ zur Entfernung des Eiweisses aus Blut, Eiter und Harn behufs Untersuchung dieser Flüssigkeiten auf Peptone. Der Gang des Verfahrens war z. B. bei den Eiteruntersuchungen folgender:

„Eine abgemessene Menge Eiter wurde mit dem zehnten Teil seines Volumens einer concentrirten Lösung von essigsaurem Natron versetzt und soviel Eisenchlorid hinzugefügt, dass die Flüssigkeit eine blutrote Färbung annahm. Sodann stimpfte man mit Natronlauge bis zur schwach sauren Reaction ab. Die erhaltene Flüssigkeit von dünnbreiiger Consistenz wurde zum Kochen erhitzt, zehn Minuten in lebhaftem Sieden erhalten, nach dem Erkalten filtrirt und vom Filtrat ein abgemessener Teil auf dem Wasserbade auf einen geringen Rückstand eingeeengt, dann sorgfältig mit wenig Wasser gelöst. Die Lösung wurde zur polarimetrischen Bestimmung des Peptons verwandt.“ „Dass die Ausfällung der Eiweisskörper nach dem erörterten Verfahren keine

1) du Bois, Archiv f. Physiologie 1879.

2) Zeitschrift f. physiologische Chemie IV p. 271.

merklichen Verluste an Pepton zur Folge hat,“ davon hat sich Hofmeister durch eigene Versuche überzeugt.

Dasselbe Hoppe-Seyler'sche Verfahren wurde auch von Alex. Poehl¹⁾ benutzt, der die Flüssigkeit nach dem Abstumpfen mit Alkali nur aufkocht und sogar ein länger fortgesetztes Kochen für nachteilig hält, „da in letzterem Falle die Trennung des Niederschlages, der dabei schleimige Consistenz annimmt, verlangsamt wird. Wenn richtig verfahren worden und Natriumacetat und Eisenchlorid in entsprechender Menge zugefügt ist, muss sich der Niederschlag rasch absetzen und die darüberstehende Flüssigkeit vollkommen klar und farblos erscheinen. Man trennt den Niederschlag durch mit Decantation verbundene Filtration und wäscht den Niederschlag, der mechanisch mitgerissene Mengen von Pepton enthält, mit siedendem Wasser aus, dem man etwas essigsaures Natron zugesetzt hat. Im Falle ins Filtrat nachweisbare Mengen von Eisen übergegangen sein sollten, so behandelt man das Filtrat von neuem mit essigsaurem Natron, kocht wieder auf und filtriert ab. Das Filtrat gibt bei Prüfung mit Ferrocyankalium und Essigsäure schliesslich keine Trübung. Durch Verdampfen engt man das Filtrat mit dem Waschwasser ein und bestimmt hierin das Pepton.“

Diese ältere Methode von Hoppe-Seyler mit den Modificationen von Hofmeister und Poehl ist vielfach erprobt und als sehr brauchbar gefunden worden.

Zu erwähnen wäre noch das von Hofmeister²⁾ angegebene „Verfahren zur völligen Abscheidung des Eiweisses aus tierischen Flüssigkeiten.“ Es besteht darin, „dass man zunächst die eiweisshaltige Lösung in der gebräuchlichen Weise (NB. eine bestimmte Methode ist nicht angegeben) von der Hauptmenge des Eiweisses befreit und dann das Filtrat mit Bleihydrat versetzt, einige Minuten im Kochen erhält und wieder filtriert. Die erhaltene Flüssigkeit wird durch Einleiten von Schwefelwasserstoff von gelöstem Blei, durch Aufkochen von überschüssigem Schwefelwasserstoff befreit und erweist sich nun auch den empfindlichsten Reagentien gegenüber als eiweissfrei.“ Bei Flüssigkeiten, welche schwefelsaure oder phosphorsaure Salze in grosser Menge enthalten, em-

1) Inaug.-Diss. Dorpat 1882, p. 33.

2) Zeitschrift f. physiologische Chemie II, p. 288.

pfiehlt Hofmeister „noch einige Tropfen Bleizuckerlösung zusetzen. Das Bleioxyd macht nämlich aus den Sulfaten und Phosphaten Alkalien frei, welche, wenn in grösserer Quantität vorhanden, einen, wenn gleich sehr geringen, Anteil des Eiweisses in Form von Albuminat in Lösung erhalten. Zusatz von Bleizucker führt sie in essigsäure Salze über und macht sie so unschädlich.“ Statt des frisch gefällten Bleioxyds hat Hofmeister auch befriedigende Resultate erhalten mit frisch gefälltem kohlensauren Blei- und Zinkoxyd, sowie mit käuflichem reinen Zinkoxyd. Er wandte diese Methode an bei der Untersuchung der Ascitesflüssigkeit, des Blutes, der Milch, des Hühnereiweisses und des Eiters auf ihren Peptongehalt. Auch bei der Untersuchung des Harns¹⁾ auf Pepton benutzte er sie, um vorher aus dem Harn etwa vorhandenes Eiweiss vollkommen zu entfernen. Später hat er sie aber zu Gunsten der vorher erwähnten Hoppe-Seyler'schen Methode wieder verlassen.

In neuerer Zeit sind ferner zwei Verfahren angegeben worden, auf die ich hier noch eingehen muss.

Devoto hat in seiner Arbeit²⁾ „Über den Nachweis des Peptons und eine neue Art der quantitativen Eiweissbestimmung“ die Enteiweissung tierischer Flüssigkeiten folgendermassen ausgeführt: „Man versetzt die betreffende eiweisshaltige Flüssigkeit in einem Becherglas auf 100 ccm mit 80 g krystallisierten Ammonsulfats — das ist soviel Salz, als die Flüssigkeit zur Sättigung in der Kälte braucht — und bringt zunächst das Salz in der Wärme (in einem Wasserbade) unter Rühren und Zerdrücken der Krystalle mit einem Glasstab zur völligen Lösung. Dazu sind 10—15 Minuten erforderlich. Alsdann setzt man das Glas 30—40 Minuten dem Dampf siedenden Wassers aus, worauf die Coagulation vollendet ist. Lässt man das Glas noch länger, bis zwei Stunden, im Dampfe verweilen, so wird das Coagulum dichter und das Filtrieren und Auswaschen gehen schneller von statten.“ Wichtig für das Verfahren ist, dass das Gelingen der vollständigen Coagulation unabhängig von der Reaction der Eiweisslösung ist. Dieses Verfahren stellt sich als so einfach dar, dass es die übrigen Methoden zu verdrängen bestimmt wäre, wenn es sich bewähren

1) Zeitschrift f. physiologische Chemie IV, p. 263.

2) Zeitschrift f. physiologische Chemie XV p. 465.

sollte. Devoto gibt aber selbst an, dass es für die Enteiweissung des Blutes nicht sicher zu verwerten ist. „Bei der Coagulation des Blutes nach dieser Methode erhält man leicht gefärbte Filtrate, weil das Hämoglobin nicht vollständig coaguliert wird. Doch lässt sich dieses Verfahren auch bei einiger Vorsicht auf den Nachweis von Pepton in bluthaltigen Flüssigkeiten anwenden. Ist nämlich Pepton zugegen, so geht dieses beim Auswaschen des Niederschlages früher in Lösung als der nicht coagulierte Teil des Blutfarbstoffes, und die ersten Filtrate pflegen dann mit Ferrocyankalium und Essigsäure, keine Reaction, aber eine deutliche Biuretfärbung zu geben.“ Auch die Versuche, welche v. Jaksch¹⁾ mit dieser Methode anstellte, um Pepton im Blut von Leukämischen nachzuweisen, können sie nicht absolut zuverlässig erscheinen lassen. Denn in einem Falle konnte er mit der Hofmeister'schen Methode grosse Mengen von Pepton auffinden, dagegen mit der Devoto'schen nicht. In einem andern Falle dagegen gelang der Nachweis des Peptons mit beiden Methoden gleich gut. „Auch bei der Anwendung beider Methoden auf den Peptonnachweis in den Organen (Leber, Milz) Leukämischer lieferten beide wesentlich differente Resultate. Die Hofmeister'sche Methode zeigte in vielen Fällen Pepton an, in welchen Devoto's Methode kein positives Resultat ergab.“ Devoto selbst gibt auch an einer andern Stelle an, dass es ihm nicht gelang, im Blute Leukämischer mit seiner Methode Pepton nachzuweisen.

Bevor also diese Methode allgemein anerkannt werden kann, bedarf es noch weiterer Nachprüfung bezüglich ihrer Brauchbarkeit²⁾.

Die letzte hier noch anzuführende Methode ist das von Abeles³⁾ angegebene „Verfahren zur Enteiweissung des Blutes für die Zuckerbestimmung“ mittelst einer alkoholischen Lösung von Zinkacetat.

1) Zeitschrift f. physiologische Chemie XVI p. 243.

2) In neuester Zeit hat Robitschek bei einem Fall von Phosphorvergiftung in gleich exacter Weise sowohl nach der Methode Hofmeister's als auch Devoto's Pepton im Harn nachweisen können. (Deutsch. med. Wochenschrift 1893, No. 24.)

3) Zeitschrift f. physiologische Chemie XV p. 495.

Zur Enteiweissung eines gewissen Blutquantums nimmt man nach seiner Vorschrift von absolutem Alkohol das gleiche Volumen, von etwa 95% etwas mehr und setzt 5% vom Gewicht des Blutes an Zinkacetat hinzu, sodass auf 1 g Blut stets 0,05 g Zinkacetat kommen. Diese alkoholische Zinklösung stellt eine trübe Flüssigkeit dar, die aber unfiltriert verwandt wird. „Das Blut wird bei dem Contacte mit Alkohol im ersten Augenblick hellrot, nimmt aber schon nach wenigen Minuten eine dunkelbraune bis schwarzbraune Färbung an. Die Coagulation und die Aufschliessung der Blutkörperchen ist erst dann als vollkommen anzusehen, wenn der Niederschlag eine gleichmässig schwarzgraue Masse bildet, in der sich keine roten Blutkörperchen finden.“ Dann wird durch ein mit Alkohol angefeuchtetes Filter filtriert, mit Alkohol nachgewaschen und der Filterrückstand mit der Handpresse ausgepresst und dann nochmals mit Alkohol in einer Reibschale zu einem dünnen Brei angerührt. Das Filtrat hiervon wird mit dem ersten vereinigt. Beide sind meistens etwas trüb. Das Zink, das bei der Titration auf Zucker störend ist, fällt Abeles mit kohlensaurem Natron aus, filtriert nochmals und erhält jetzt völlig klare, farblose Filtrate.

Ohne diese Arbeit von Abeles näher zu kennen und vor allem ohne zu wissen, dass er statt des Zinkacetats auch schon Chlorzink angewendet hatte, suchte ich nach dem unbefriedigenden Resultat der Seite 10 erwähnten Kochversuche die Enteiweissung des Blutes ebenfalls mit einer alkoholischen Chlorzinklösung zu erreichen. Nach mehrfachen Vorversuchen erwies sich mir folgender Gang der Operation als zweckmässig: Das betreffende Blutquantum wurde unter allmählichem Zusatz des gleichen Volumens 1,5% alkoholischer Chlorzinklösung, welche, wie die Devoto'sche Zinkacetatlösung, stets etwas durch flockige Ausscheidungen getrübt war, in einem Schüttelgefäss stark geschüttelt. Dabei gerann das Eiweiss in ganz kleinen Partikelchen, sodass die ganze Masse völlig dünnflüssig blieb. Die rote Farbe des Blutes wandelte sich in eine dunkelgraubraune um. Von diesem Coagulum wurde die Flüssigkeit an der Wasserstrahlpumpe abgesogen. Das Filtrat stellte eine völlig wasserklare Flüssigkeit ohne jede Spur von Färbung dar. Der Filterrückstand wurde noch einmal in einem grossen Mörser mit Wasser zu einem dünnen Brei tüchtig durchgerührt zur Lösung von etwaigen durch das Coagulum

vorher zurückgehaltenen Peptonmengen, und die ganze Masse wiederum an der Wasserstrahlpumpe filtriert. Beide Filtrate wurden zusammen gegeben und auf dem Wasserbade zu einem mässigen Volumen eingedampft. Dabei schied sich noch eine geringe Menge dunkelbrauner Flocken ab, die durch das Filter hindurchgegangen waren. Dieselben wurden abfiltriert, und nun stellte das Filtrat eine hellgelbliche klare Flüssigkeit dar. Letztere wurde behufs Bestimmung der darin enthaltenen Peptonmenge der weiteren Bearbeitung unterworfen, wie im Folgenden angegeben ist.

Es könnte vielleicht eingeworfen werden, dass durch die zweite Extraction des Filterrückstandes mit Wasser irgendwelche Eiweisskörper aus dem Coagulum, vor allem Albumosen, wieder in Lösung übergeführt worden seien. Um die Berechtigung dieses Einwandes zu prüfen, stellte ich folgende Versuche an: Ich coagulierte mehrere Blutproben von je 100 ccm nach dem obigen Verfahren und verteilte den Filterrückstand in Wasser. Dieser wurde dann entweder sofort wieder aufs Filter geworfen oder erst, nachdem er mit dem Wasser mehrere Stunden (bis zu 19 Stunden) gestanden hatte. Die wässerigen Extracte erschienen stets fast vollkommen wasserklar. Beim Einengen schieden sich jedoch kleine Mengen weisslicher Flocken aus. Diese Flocken bestanden aus zusammengeballten äusserst feinen Eiweisspartikeln, die das Filter passiert hatten. Trotz mehrfacher Filtration gelang es niemals, die Extracte vor dem Eindampfen von diesen fein verteilten Eiweisspartikeln zu befreien.

Alle wässerigen Extracte zeigten mit einer gesättigten Lösung von Ammonsulfat versetzt niemals eine Fällung; beim Kochen mit Salpetersäure ergaben sie eine äusserst schwache Gelbfärbung, welche nur so minimale Spuren von Eiweissstoffen anzeigte, wie sie bei den Stickstoffbestimmungen vernachlässigt werden durften.

In einem letzten Versuch versetzte ich 300 ccm Blut mit 25 ccm einer 5 % wässerigen Lösung von dem albumosenhaltigen Peptonum siccum alcohole praecipitatum Grübler und brachte die Mischung in der gewöhnlichen Weise zur Coagulation. Der Filterrückstand wurde mit 300 ccm Wasser tüchtig durchgerieben und sofort aufs Filter geworfen. Das alkoholische Extract ergab, nach Verjagung des Alkohols mit Ammonsulfatlösung versetzt, eine deutliche Fällung, die aber im Vergleich zu der Ammonsulfatfällung in einer wässerigen Lösung desselben Peptons von

gleicher Concentration bedeutend schwächer war. Es können also in das alkoholische Extract geringe Mengen der durch Ammonsulfat fällbaren Verunreinigungen käuflicher Peptonpräparate übergehen. — Das wässrige Extract zeigte, nachdem es auf ein kleines Volum eingedampft und von geringen Mengen weisslicher Flocken durch Filtration befreit war, auf Zusatz von gesättigter Ammonsulfatlösung keine Fällung. Natürlich ergaben beide Extracte sowohl deutliche Biuretfärbung als auch starke Xanthoproteinsäurereaction.

Nachdem ich so eine Methode der Enteiweissung gefunden hatte, welche so einfach in der Ausführung wie keine der vorher beschriebenen und doch absolut zuverlässig ist, wie durch zahlreiche Proben festgestellt wurde, ging ich zu meiner eigentlichen Arbeit über. Zunächst suchte ich zu ermitteln, indem ich gleichzeitig das beschriebene Enteiweissungsverfahren auf seine Zuverlässigkeit und Genauigkeit erprobte, wie sich Glutinpepton verhält, das in bestimmter Menge einem gewissen Quantum frischen Rinderbluts zugefügt ist. Von Schmidt-Mühlheim ist schon angegeben worden, dass er ausserhalb des Tierkörpers keinen Einfluss des frischen Blutes auf direkt zugefügtes Pepton constatieren konnte. Dies musste ihm um so rätselhafter erscheinen, als nach seiner Annahme das Blut im lebenden Körper die Eigenschaft besitzen sollte, Peptone in Eiweisskörper zu regenerieren. Dass diese Annahme für die bekanntesten Eiweisspeptone nicht zutrifft, haben die Untersuchungen Hofmeister's schon längst nachgewiesen. Über die Einwirkung des Schmidt-Mühlheim'schen hypothetischen Blutferments auf Leimpeptone liegen bisher keine Beobachtungen vor. Mein Bestreben war es daher, festzustellen, ob frisches Blut das Paal'sche Glutinpepton zu verändern imstande sei. Falls das Pepton unangetastet blieb, so musste es sich quantitativ aus der Blutmischung wiedergewinnen lassen.

Der quantitative Nachweis der Peptone ist in der ganzen Peptonchemie eine der schwierigsten Aufgaben. Vielfach ist versucht worden, zuerst aus den eiweissfreien Lösungen die Peptone zu isolieren und dann erst auf irgend eine Weise quantitativ zu bestimmen. Diese Methoden sind alle als nicht sehr zuverlässig zu betrachten, da es kein Fällungsmittel gibt, durch das mit absoluter Sicherheit die ganze in einer Flüssigkeit gelöste Peptonmenge niedergeschlagen wird.

Fast sämtliche Fällungsmethoden geben nur befriedigende Resultate bei einigermassen concentrirten Peptonlösungen, bei sehr verdünnten Lösungen — und solche dürften wohl meistens bei Untersuchungen auf diesem Gebiete in Betracht kommen — versagen sie.

Die Fällung mit absolutem Alkohol¹⁾ und mit Äther ist nicht exact. Durch Gerbsäure werden die Peptone nur in neutraler oder schwach saurer Lösung niedergeschlagen. Hofmeister²⁾ hat die Gerbsäure mehrfach angewendet: „Der durch Gerbsäure erhaltene Niederschlag wird nach 24 Stunden auf dem Filter gesammelt und mit Wasser, dem etwas Gerbsäure und Magnesiumsulfat zugesetzt ist, ausgewaschen. Der Tanninniederschlag wird in einer Schale mit gesättigtem Barytwasser gut zusammengerührt und damit nach Zusatz eines Stückes festen Barythydrats zum Kochen erhitzt. Nach kurzem Kochen filtriert man heiss. Das Filtrat muss farblos und gerbsäurefrei sein. Man entfernt jetzt den überschüssigen Baryt vorsichtig mit Schwefelsäure und engt ein.“

Ebenso wandte Hofmeister³⁾ die Fällung mit Phosphorwolframsäure an, welche nach seinen Erfahrungen so genau sein soll, dass man noch 0,1 g Pepton aus einem Liter Harn wiedergewinnen kann. Schmidt-Mühlheim⁴⁾ bemerkt inbetreff dieser Fällungsmethode: „Will man das Pepton vollständig ausfällen, so ist es erforderlich, dass die Einwirkung der Phosphorwolframsäure nicht auf gar zu verdünnte Lösungen erfolgt. Während nämlich aus concentrirten Peptonlösungen die Phosphorwolframsäure allein alles Pepton abzuscheiden vermag, gelingt dieses in schwächeren Lösungen nur nach vorherigem Ansäuern mit Salzsäure; sehr verdünnte Lösungen aber sind selbst unter diesen Umständen nicht völlig peptonfrei zu bekommen.“ Wenn nun diese Fällungsmethoden allein schon nicht zuverlässig sind, so vergrössert sich der schliessliche Fehler noch beträchtlich, falls die quantitative Bestimmung der Peptone in den Lösungen, in welche die aus den Tannin- bzw. Phosphorwolframsäure-Niederschlägen er-

1) Mialhe, Jahresberichte d. Fortschr. d. Pharmacie VII, 1846.

2) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV, p. 259.

3) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV, p. 260.

4) du Bois, Archiv f. Physiologie 1879, p. 42.

haltenen Peptone übergeführt worden sind, nach der colorimetrischen Methode geschieht. Das colorimetrische Verfahren zur Peptonbestimmung gründet sich auf die den Peptonen eigentümliche Biuretreaction und ist nur anzuwenden auf Flüssigkeiten, welche nicht gefärbt erscheinen; also verbietet sich z. B. ihre direkte Anwendung auf die Peptonbestimmung im Harn schon von selbst. Es ist freilich versucht worden, für diesen Zweck die Harnfarbstoffe zu entfernen. Doch gehen durch die Mittel, welche hierzu verwandt werden, stets auch gewisse Peptonmengen verloren. Bei der Tierkohle, dem gebräuchlichsten Entfärbungsmittel, ist der Verlust an Pepton so gross, dass Schmidt-Mühlheim, welcher stets vor Anstellung der Biuretreaction den Harn damit entfärbte, der Peptongehalt des Harnes bei seinen Tierversuchen vollkommen entgangen ist. So ist es erklärlich, dass er zu der falschen Ansicht von der peptonumwandelnden Kraft des lebenden Blutes kam. Durch Bleizuckerlösung, welche Schulze und Barbieri¹⁾ zuerst zur Entfärbung empfohlen, werden ebenfalls geringe Mengen von Pepton niedergerissen.

Die colorimetrische Methode, aus der Intensität der Biuretreaction auf den Peptongehalt der Lösung zu schliessen, ist vor allem von Schmidt-Mühlheim und Hofmeister ausgebildet worden. Der erstere²⁾ bereitete sich eine Vergleichslösung auf folgende Weise: „Eine gewogene Portion Pepton wird in Wasser gelöst, mit Natronlauge und so lange mit Kupfersulfat versetzt, bis die anfängliche weinrote Farbe eben erkennbar ins Blaue zu schimmern beginnt. Dann wird das Gemenge durch Wasserzusatz soweit verdünnt, dass 3000 ccm Flüssigkeit 1 g Pepton enthalten. Bei der Peptonbestimmung wird dann die zu untersuchende Flüssigkeit in ähnlicher Weise behandelt, bis zur gleichen Farbenintensität verdünnt und aus dem Volumen die Menge berechnet.“ Hofmeister's³⁾ Verfahren weicht hiervon etwas ab: „Durch Kupfersulfat- und Natronlaugezusatz zu Peptonlösungen von genau bekanntem Gehalt wird eine Art Farbenscala hergestellt, mit der die auf Pepton zu untersuchende Flüssigkeit nach Zusatz von Kupfervitriol und Natronlauge auf ihre Färbung in gleich dicken

1) Chem. Centralblatt 1881, p. 714.

2) du Bois, Archiv f. Physiologie 1880, p. 33.

3) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV, p. 272 u. V, p. 134.

Schichten verglichen werden. Leider ändert die Scala beim Stehen allmählich ihren Farbenton.“

Beide Forscher geben an, dass sie mit ihren Methoden nach längerer Übung, welche zur Unterscheidung von so geringen Farbenabstufungen nötig ist, sehr gute Resultate erzielt haben. Immerhin ist das Verfahren ziemlich schwierig zu erlernen und auch zu sehr abhängig von dem subjektiven Urteil des Untersuchers. Hoppe-Seyler¹⁾ sagt davon: „Die Biuretreaction zur quantitativen Bestimmung zu verwenden, ist mehrfach versucht; diese Methode ist durchaus zu verwerfen.“

Die polarimetrische quantitative Bestimmung der Peptone, die bekanntlich optisch aktiv sind, wurde auch von Hofmeister angewandt. Er benutzte dazu teils die Filtrate der enteiussten Lösungen direkt, teils fällte er hieraus erst die Peptone, wie schon oben angegeben, mit Phosphorwolframsäure aus, löste sie in Wasser wieder auf und bestimmte erst in diesen Lösungen den Peptongehalt polarimetrisch. Derartige Bestimmungen können aber nicht eher einwandfreie Ergebnisse liefern, als nicht die spezifische Drehung der einzelnen Peptone genau ermittelt ist. Vorläufig steht nur soviel fest, dass die verschiedenen Peptone verschieden drehende Kraft haben.

Da mir keine der angeführten Methoden zuverlässig genug erschien, so hielt ich es für geboten, ein exacteres Verfahren noch zu Hilfe zu nehmen, nämlich den Peptongehalt der eiweissfreien Blutextracte aus ihrem Stickstoffgehalt zu ermitteln. Dies versprach gute Resultate, da ich jederzeit imstande war, durch Controllversuche den Stickstoffgehalt meines Präparates zu prüfen. Dabei war natürlich noch zu beachten, dass ein Extract aus einem Blutcoagulum von vornherein stickstoffhaltige Verbindungen (Harnstoff, Kreatinin u. a.) enthält. Dieser ursprüngliche Stickstoffgehalt des Blutextractes war daher bei den Stickstoffbestimmungen in Extracten von peptonhaltigem Blut in Anrechnung zu bringen. Ich lasse jetzt die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Verhalten des Peptons im frischen Blute ausserhalb des Tierkörpers folgen.

Für den qualitativen Nachweis konnte in jedem Falle die

1) Sein Handbuch 5. Aufl., p. 392.

Biuretprobe als entscheidend gelten, zur quantitativen Bestimmung bediente ich mich folgender drei Methoden:

1) Colorimetrische Bestimmung mittelst der Biuretreaction, welche bei vergleichender Beobachtung der Farbenintensität unter gleichen Bedingungen immerhin Unterschiede im Peptongehalt zu erkennen gestattet.

2) Direkte Zurückgewinnung des Peptons und Bestimmung desselben durch Wägen.

3) Berechnung des Peptons aus dem nach Kjeldahl gefundenen Stickstoffgehalt.

1. Versuchsreihe.

In 8 Reagensgläsern werden je 12 ccm frisches Rinderblut mit je 3 ccm 5⁰/₀ wässriger Lösung des salzsauren Glutinpeptons versetzt. Die Mischungen bleiben bei Zimmertemperatur verschieden lange Zeit stehen und werden dann aufgearbeitet und zwar No. 1 sofort nach dem Zusammengeben, No. 2 nach ¹/₄ Stunde, No. 3 nach ¹/₂ Stunde, No. 4 nach 1 Stunde, No. 5 nach 2, No. 6 nach 4, No. 7 nach 18 und No. 8 nach 24 Stunden. Nachdem sie alle in der gleichen Weise nach der oben angegebenen Methode von dem Eiweiss befreit sind und aus den alkoholischen Extracten der Blutcoagula das Chlorzink mittelst Natriumcarbonat ausgefällt ist, werden stets gleiche Quanta der wasserklaren Flüssigkeiten mit gleichen Mengen Natronlauge und Kupfersulfat versetzt.

Dabei zeigt sich in allen Proben deutliche Biuretreaction. Es scheint aber, dass in den letzten (No. 7 und 8) die Rosafärbung schwächer ist, als in den ersten Proben, doch ist der Unterschied nicht so prägnant, um mit Sicherheit eine Abnahme des Peptongehaltes erkennen zu lassen.

2. Versuchsreihe.

Während bei der ersten Versuchsreihe das salzsaure Glutinpepton verwendet wurde, kam bei dieser und den nun folgenden eine mittelst Natronlauge fast vollkommen neutralisierte Lösung desselben Peptons in Anwendung. Ich neutralisierte die Peptonlösung deshalb, weil es andernfalls möglich gewesen wäre, dass infolge der Anwesenheit von Salzsäure aus dem Eiweiss des Blutes

Pepton resp. peptonähnliche Körper entstehen konnten, zumal bei der jetzt angewandten erhöhten Temperatur.

Es wurden also in 10 Reagensgläsern je 12 ccm Blut mit 3 ccm 5⁰/₀ fast neutraler wässriger Peptonlösung versetzt und bei einer Temperatur von 30⁰—35⁰ C. im Brütoden verschieden lange Zeiträume stehen gelassen. No. 1 wurde sofort nach dem Zusammengeben der Peptonlösung und des Blutes, die beide auf eine Temperatur von 35⁰ C. gebracht waren, aufgearbeitet, No. 2 nach $\frac{1}{4}$ Stunde, No. 3 nach $\frac{1}{2}$ Stunde, No. 4 nach 1 Stunde, No. 5 nach 2 Stunden, No. 6 nach 4, No. 7 nach 18, No. 8 nach 20, No. 9 nach 24 Stunden. No. 10 enthielt Blut, das erst, nachdem es 24 Stunden bei 35⁰ C. gestanden hatte, mit Pepton versetzt worden war.

Die Reihe zeigte bei der gleichen Prüfungsmethode wie bei der vorigen folgendes Resultat: Die Biuretreaction ist in allen 10 Proben deutlich vorhanden. In den Proben 1—6 ist fast gar kein Unterschied; in den Proben 7—9 scheint die Rosafärbung etwas mehr ins Bläuliche überzugehen. Aber diese Verfärbung ist zu wenig hervorstechend, als dass sie für eine Abnahme des Peptongehaltes sprechen könnte. In Probe 10 fällt die Reaction nicht stärker aus als in den übrigen.

3. Versuchsreihe.

Die Anwendung der Biuretreaction in den beiden ersten Versuchsreihen hatte so viel erkennen lassen, dass eine erhebliche Abnahme des Glutininpeptons durch die Einwirkung frischen Blutes jedenfalls nicht herbeigeführt wird. Da ich aber das colorimetrische Verfahren doch nicht für geeignet hielt, um mein Urtheil darauf zu gründen, so versuchte ich nunmehr das zu einer gewissen Menge von Blut zugefügte Pepton wieder zu gewinnen und durch direkte Wägung eine ev. Abnahme desselben zu bestimmen.

Zu diesem Zwecke wurden 6 kleine Kolben mit je 100 ccm frischen Blutes und 10 ccm der 5⁰/₀ wässrigen, fast neutralen Peptonlösung beschickt, sodass also auf 100 ccm Blut immer 0,5 g Pepton kamen. Die Kolben blieben wiederum bei einer Temperatur von 35⁰ C. im Brütoden verschieden lange Zeit stehen und wurden dann aufgearbeitet, und zwar No. 1 nach 5 Stunden, No. 2 nach 7, No. 3 nach 15, No. 4 nach 18, No. 5 nach 22 und No. 6 nach 24 Stunden.

Eine kürzere Dauer der Einwirkung als 5 Stunden wählte ich bei dieser Versuchsreihe nicht, weil, wenn überhaupt eine Abnahme des Peptongehaltes eintritt, diese nach längerer Zeit erst recht zu bemerken sein musste.

Alle 6 Portionen wurden in der gleichen Weise nach derselben Methode wie früher coaguliert, filtriert, der Filtrerrückstand mit Wasser tüchtig durchgerieben und nochmals abfiltriert. Die beiden wasserklaren Filtrate wurden zusammengegeben, eingedampft auf ungefähr 30 ccm und dann von geringen Mengen ausgeschiedener Flocken abfiltriert. Das Filtrat wurde nach Ausfällung des Zinks mittelst Natriumcarbonat völlig eingedampft und der gelblich-bräunliche, schmierige Rückstand zur Lösung des Peptons mit Alkohol extrahiert¹⁾. Das alkoholische Extract wurde auf einem Uhrglase bis zur Trockne eingedunstet, im Luftbade bei 105° völlig getrocknet und dann gewogen.

No.	Das Pepton- blut stand im Brütofen	Gewicht des Peptonrück- standes
I	5 Stunden	0,793 g
II	7 „	1,030 „
III	15 „	0,943 „
IV	18 „	0,876 „
V	22 „	0,997 „
VI	24 „	1,909 „

Aus diesen Resultaten ergibt sich, dass in allen Fällen bedeutend mehr als 0,5 g d. i. die Menge des ursprünglich zugefügten Peptons gefunden wurde. Es mussten also ausser dem Pepton noch andere Substanzen in das alkoholische Extract über-

1) Es wurde hier leider versäumt, den Rückstand vor der Extraction mit Alkohol erst mit conc. Salzsäure anzufeuchten. Wenn ein Teil des Peptonchlorhydrats durch die Behandlung des Filtrats mit Natriumcarbonat in freies Pepton übergeführt war, so konnte diese Menge freien Peptons nicht in das alkoholische Extract des Rückstandes übergehen. Das Peptonchlorhydrat wird zwar durch Natriumcarbonat keineswegs glatt gespalten, bleibt aber auch nicht intact.

gegangen sein, vor allem also die alkohollöslichen Extractivstoffe des Blutes noch nicht ausgefällte Mengen von Chlorzink u. s. w.

Zur Beseitigung der Verunreinigungen wurde jeder gewogene Peptonrückstand von dem Uhrglase mit Wasser abgespült, die Lösung zur Fällung des Zinkchlorids noch einmal mit Natriumcarbonat versetzt, alsdann filtriert und das klare Filtrat zur Trockne gebracht. Der Rückstand wurde mit einigen Tropfen Salzsäure betupft zur Überführung des freien Peptons in salzsaureres Salz, das ja in Alkohol leicht löslich ist. Beim Übergiessen mit HCl färbten sich die Proben No. 1, 2 und 5 dunkelbraunrot. Alle wurden darauf nochmals eingetrocknet und dann mit Alkohol extrahiert. Dabei löste sich von der trocknen Masse nur äusserst wenig. Sie wurde gründlich mit dem Glasstab durchgerieben und der Alkohol abfiltriert. Die Filtrate waren wasserhell, bis auf die von den Proben No. 1, 2 und 5. Die alkoholischen Extracte der Proben No. 3, 4 und 6 zeigten schwache, aber deutliche Biuretreaction und keinen Unterschied inbetreff der Intensität derselben, während bei den dunkelbraunroten alkoholischen Extracten der Proben No. 1, 2 und 5 die ebenfalls vorhandene schwache Biuretreaction durch die dunkle Färbung der Flüssigkeit beeinträchtigt wurde. Es enthielten also alle 6 Portionen Pepton.

Die nach der letzten Extraction mit Alkohol zurückgebliebenen Reste lösten sich leicht in Wasser und zeigten, wie bei einigen dieser Reste nachgewiesen wurde, deutliche und starke Biuretreaction: es ist also bei der geschilderten Aufarbeitung nicht alles Pepton in das alkoholische Extract übergegangen.

Dem entsprechen auch die Resultate der Wägungen, welche mit den völlig eingedampften und getrockneten Rückständen der alkoholischen Extracte vorgenommen wurden.

No.	Das Pepton- blut stand im Brütofen	Gewicht des Peptonrück- standes
I	5 Stunden	0,195 g
II	7 „	0,121 „
III	15 „	0,053 „
IV	18 „	0,067 „
V	22 „	0,196 „
VI	24 „	0,148 „

Es ergibt sich aus diesen Werten, welche in keinem Falle nicht einmal $\frac{2}{5}$ der zugeführten Peptonmenge betragen, dass das Pepton durch Alkohol nicht zuverlässig aus dem Rückstande eines Blutextractes wieder gewonnen werden kann. Ferner aber lässt sich aus ihnen das schliessen, dass eine mit der Dauer der Einwirkung des Blutes auf Pepton regelmässig fortschreitende Abnahme der Peptonmenge, wenigstens für eine 5–24 stündige Einwirkungsdauer, nicht eintritt.

4. Versuchsreihe.

Da auch die in der vorhergehenden Versuchsreihe unternommene quantitative Bestimmung des Peptons durch direkte Wägung der zurückgewonnenen Menge nicht zu einem befriedigenden Resultate geführt hatte, so wurde zu einer Methode übergegangen, welche zuverlässige Resultate versprach, nämlich zur Berechnung des Peptongehalts des eiweissfreien alkoholischen Extractes aus seinem — nach Kjeldahl bestimmten — Stickstoffgehalt.

Es wurden gleichzeitig 6 Kolben mit je 300 ccm frischen Rinderbluts beschickt und mit 20 ccm 5⁰/₀ neutralisierter wässriger Peptonlösung versetzt, so dass also auf 300 ccm Blut 1 g Pepton kam. Diese Kolben blieben wieder verschieden lange Zeit bei 35° C. im Brütofen stehen und wurden dann in der gleichen Weise wie früher aufgearbeitet, und zwar No. 1 sofort nach dem Zusammengeben des Blutes und der Peptonlösung, No. 2 nach 4 Stunden, No. 3 nach 6, No. 4 nach 12, No. 5 nach 18, No. 6 nach 24 Stunden. Ferner wurden 3 Kolben mit je 300 ccm Blut ohne Zusatz von Pepton in der gleichen Weise aufgearbeitet zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes des alkoholischen Extractes der gleichen — peptonfreien — Blutmenge bei derselben Methode der Enteiweissung. Der hierbei erhaltene Stickstoff musste dann von dem Stickstoff der Peptonblutextracte abgezogen werden. Die Enteiweissung geschah bei allen Proben in der gleichen Weise nach der obigen Methode. Eine Ausfällung des Chlorzinks aus den erhaltenen Filtraten wurde unterlassen, da die Anwesenheit desselben in keiner Weise die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl beeinflussen konnte. Bei der Untersuchung der Filtrate auf Eiweiss durch Zusatz von Essigsäure und Ferrocyankalium zeigte sich ein dicker Niederschlag, der zuerst als Eiweiss imponierte, aber sich bei näherer Prüfung als Ferrocyanzink herausstellte.

Bei Zusatz von Sublimat wurde kein Niederschlag resp. Trübung erhalten. Auch andere Eiweissproben gaben ein negatives Resultat.

Alsdann wurden die Filtrate völlig eingedampft, die Rückstände mit 1—2 ccm concentrirter HCl übergossen, mit 25—30 ccm Alkohol verrieben und auf ein kleines Filter gebracht. Die Filtrerrückstände wurden mit Alkohol so lange ausgewaschen, bis sie ein völlig weisses Pulver darstellten. Die klaren Filtrate wurden nunmehr auf wenige Kubikcentimeter eingeeengt, mit concentrirter Phosphorschwefelsäure ¹⁾ aufgenommen und nach der Methode von Kjeldahl-Argutinsky weiter verarbeitet. Bei allen Stickstoffbestimmungen wurde das Ammoniak in 50 ccm Normal-schwefelsäure geleitet. Diese wurden auf 500 ccm mittelst Wasser aufgefüllt und davon stets 25 ccm mit $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge titriert.

Bestimmung des N-Gehaltes in den Blutproben ohne Peptonzusatz.

Es wurden 3 Bestimmungen gemacht und jedesmal je 300 ccm Blut verwandt. Die Aufarbeitung geschah stets in der gleichen Weise wie früher. Der Endtiter betrug bei allen 3 Bestimmungen gleichmässig 23,2 ccm $\frac{1}{10}$ Normalnatronlauge.

Titrierte Menge 25,0 ccm

Endtiter 23,2 „

Titerdifferenz für 25 ccm 1,8 „

„ „ 500 „ = 20 . 1,8 „

1,8 . 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 1,8 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0,0504$ g N.

Es sind also bei allen Blutproben mit Peptonzusatz stets von den erhaltenen Stickstoffmengen 0,0504 g N als Stickstoffgehalt der Extractivstoffe von 300 ccm Blut in Abzug zu bringen, resp. die hier erhaltene Titerdifferenz von 1,8 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH für 25 ccm des auf $\frac{1}{2}$ Liter aufgefüllten Destillats ist gleich zu

1) Argutinsky hat für Kjeldahl'sche Stickstoffbestimmungen zur Zersetzung der stickstoffhaltigen organischen Substanz eine Schwefelsäure empfohlen, welche auf 1 Liter reiner englischen H_2SO_4 200 g P_2O_5 enthält. cfr. Pflüger's Archiv XLVI, p. 581.

subtrahieren von der Titerdifferenz, die bei einer Peptonblutprobe für 25 ccm des auf $\frac{1}{2}$ Liter aufgefüllten Destillats gefunden wird.

Im Folgenden ist diese Titerdifferenz von 1,8 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH stets als „Blutdifferenz“ bezeichnet.

Bestimmung des N-Gehaltes in den Blutproben mit Peptonzusatz.

Die verwandte Blutmenge betrug stets 300 ccm.

„ „ Peptonmenge betrug stets 1 g.

No. I.

Pepton-Blutmischung im Brütoven 0 Stunden

Titrierte Menge 25,0 ccm

— Endtiter 18,7 „

6,3 „

— Blutdifferenz 1,8 „

Titerdifferenz für 25 ccm 4,5 „

„ „ 500 „ 4,5 . 20 ccm

4,5 . 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 4,5 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0,1260$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g HCl-Pepton 0,1260 g N

„ 0,877 „ freies „ 0,1260 „ „

„ 1,0 „ „ „ 0,1436 „ „

No. II.

Pepton-Blutmischung im Brütoven 4 Stunden

Titrierte Menge 25,0 ccm

— Endtiter 19,4 „

5,6 „

— Blutdifferenz 1,8 „

Titerdifferenz für 25 ccm 3,8 „

„ „ 500 „ 3,8 . 20 ccm

3,8 . 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 3,8 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0,1064$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g HCl-Pepton 0,1064 g N

„ 0,877 „ freies „ 0,1064 „ „

„ 1,0 „ „ „ 0,1213 „ „

No. III.

Pepton-Blutmischung im Brütoven 8 Stunden

Titrierte Menge 25,0 ccm

— Endtiter 19,2 „

5,8 „

— Blutdifferenz 1,8 „

Titerdifferenz für 25 ccm 4,0 „

„ „ 500 „ 4,0 . 20 ccm

4,0 . 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 4,0 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0,1120$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g HCl-Pepton 0,1120 g N

„ 0,877 „ freies „ 0,1120 „ „

„ 1,0 „ „ „ 0,1277 „ „

No. IV.

Pepton-Blutmischung im Brütoven 12 Stunden

Titrierte Menge 25,0 ccm

— Endtiter 19,2 „

wie bei No. III.

Also auch gefunden

für 1,0 g HCl-Pepton 0,1120 g N

„ 0,877 „ freies „ 0,1120 „ „

„ 1,0 „ „ „ 0,1277 „ „

No. V.

Pepton-Blutmischung im Brütoven 18 Stunden

Titrierte Menge 25,0 ccm

— Endtiter 19,0 „

6,0 „

— Blutdifferenz 1,8 „

Titerdifferenz für 25 ccm 4,2 „

„ „ 500 „ 4,2 . 20 ccm

4,2 . 20 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 4,2 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0,1176$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g HCl-Pepton 0,1176 g N

„ 0,877 „ freies „ 0,1176 „ „

„ 1,0 „ „ „ 0,1329 „ „

No. VI.

Pepton-Blutmischung im Brütoven 24 Stunden

Titrierte Menge 25,0 ccm

Endtiter 19,4 „

wie bei No. II.

Also auch gefunden

für 1,0 g HCl-Pepton 0,1064 g N

„ 0,877 „ freies „ 0,1064 „ „

„ 1,0 „ „ „ 0,1213 „ „

Vergleichende Tabelle der Pepton-Blutproben aus
Versuchsreihe No. IV.

No.	Pepton- Blutmischung	Aufenthalt der Mischungen im Brütoven	N-Gehalt in g	
			gefunden für 1 g HCl-Pepton	berechnet für 1 g freies Pepton
I	300 ccm Blut + 1 g HCl Pepton	0 Stunden	0,1260 g	0,1436 g
II	„ „	4 „	0,1064 „	0,1213 „
III	„ „	8 „	0,1120 „	0,1277 „
IV	„ „	12 „	0,1120 „	0,1277 „
V	„ „	18 „	0,1176 „	0,1329 „
VI	„ „	24 „	0,1064 „	0,1213 „

Aus dieser Versuchsreihe geht mit Sicherheit hervor, dass das frische defibrinierte Blut ausserhalb des Tierkörpers keinen Einfluss auf das Paal'sche Glutipepton hat; denn die erhaltenen Werte differieren unter einander so wenig, dass diese Unterschiede allein auf Rechnung der Analyse zu setzen sind.

Da gegen diese Auffassung wohl kaum etwas einzuwenden sein dürfte, so zeigen die oben zusammengestellten Resultate auch gleichzeitig den Grad der Genauigkeit und Sicherheit der angewandten analytischen Methode an. Beim Vergleich mit meinen Stickstoffbestimmungen im Paal'schen Glutipepton erscheinen die Resultate der Blutversuche ziemlich günstig; denn die Differenz zwischen dem mittleren Wert meiner Peptonanalysen und dem der Stickstoffbestimmungen der Blutversuche beträgt nur 1,64 %. Vielleicht lässt sich bei sehr exacter Ausführung sowohl der Ent-

eiweissung als auch der nachherigen Stickstoffbestimmung dieser Fehler nicht unerheblich verkleinern. Es wäre z. B. schon besser gewesen, wenn ich nicht 25 ccm des Destillats jedes Mal titriert hätte, sondern 50 ccm, da sich dann schon allein die etwaigen Titrationsfehler wesentlich niedriger gestellt hätten.

Tierversuche.

Bei den Tierexperimenten, zu denen ich jetzt übergehe, stellten sich der Anwendung des beschriebenen analytischen Verfahrens noch einige Schwierigkeiten entgegen, deren ich hier Erwähnung thun muss, damit die von mir angegebenen Resultate richtig beurteilt werden können.

Die Aufgabe, welche mir gestellt war, lautete: Einem Tiere (Kaninchen und Hund) wird die Lösung einer bestimmten Menge Paal'schen Peptons in die Blutbahn infundiert, und nach Verlauf gewisser Zeiträume wird das Blut auf seinen Peptongehalt geprüft, entweder indem kleinere Blutproben zur Analyse entnommen werden, oder indem das Tier durch Verbluten getötet und das gesamte Blut zur Peptonbestimmung verwertet wird. Die Analysen sollen ermitteln, ob und in welcher Zeit das Glutipepton aus dem Blut verschwindet. Falls sich eine rasche Abnahme des Peptongehalts im Blut constatieren lässt, so ist weiterhin der Nachweis zu versuchen, ob das Pepton in die Gewebe und Körpersäfte übergetreten ist.

Bei den ersten Versuchen zeigte es sich, dass man durch einfaches Eröffnen der Carotiden nur einen kleinen Teil der gesamten Blutmenge des Tieres erhält; z. B. erhielt ich auf diese Weise von einem Kaninchen von 1650 g Lebendgewicht nur 30 ccm Blut, während die Gesamtblutmenge, zu $\frac{1}{14}$ vom Körpergewicht angenommen, fast 120 ccm beträgt. Die Stickstoffbestimmung in dem alkoholischen Extract einer so kleinen Blutprobe lässt sich nicht genau genug ausführen, da bei so kleinen Titerdifferenzen, wie man sie dabei erhält, es sehr schwer ins Gewicht fällt, wenn die Grenze des Farbumschlages auch nur zwischen 1 und 2 Zehntelkubikcentimetern schwankt. Wird dann ein nicht ganz richtiger Wert auf die Gesamtblutmenge durch Multiplication übertragen, so wächst natürlich der Fehler ganz erheblich. Noch unsicherer stellt sich die Berechnung eines Versuchs, wenn man, wie ich es

auch einige Male gethan habe, zur Herausspülung des Blutes physiologische Kochsalzlösung durch eine Vene infundiert hat. Dann ist natürlich die erhaltene Blutflüssigkeit bedeutend grösser; wie gross aber dann die Beimengung an Kochsalzlösung ist, lässt sich höchstens annäherungsweise schätzen. Es ist deshalb unmöglich, mit einiger Genauigkeit den hierbei für einen Bruchteil der Blutflüssigkeit erhaltenen Wert auf das Gesamtblut umzurechnen. Diese Verhältnisse müssen bei allen derartigen Angaben, also auch bei den meinigen, inbetracht gezogen werden. Ich lasse hier zunächst drei Versuche folgen, bei denen ich nur den Stickstoffgehalt der alkoholischen Extracte von Kaninchenblut zu bestimmen suchte, der eventuell bei den späteren Peptoninjectionen von den dort erhaltenen Werten in Abzug zu bringen wäre. Diese ersten Tierversuche benutzte ich zugleich, um daran die für derartige Experimente erforderliche Technik zu erlernen.

Bestimmung des Stickstoffs im alkoholischen Extract vom Kaninchenblut.

I.

Kaninchen A. Lebendgewicht 1650 g.

Behufs Entnahme des Blutes wurde die A. carotis freigelegt und in dieselbe eine Glaskanüle eingebunden, aus der ich das Blut einfach ausfliessen liess. Das Blut wurde bei fast allen Tierversuchen stets in der gleichen Weise sofort in einem Schüttelcylinder, der eine dem zu entnehmenden Blutquantum gleiche Menge 1,5 % alkoholischer Chlorzinklösung enthielt, aufgefangen. Dabei konnte ich auch die Beobachtung machen, die schon A. Beles mitgeteilt hat, dass das Blut zuerst hellrot wurde beim Contact mit dem Alkohol. Bald aber färbte es sich ebenso, wie früher schon bei der Coagulation des Rinderblutes angegeben, dunkelbraun und coagulierte ebenfalls zu einem ganz dünnflüssigen Brei. Die weitere Verarbeitung geschah bei allen Tierversuchen in derselben Weise wie bei den früheren Versuchen; auch die Stickstoffbestimmung wurde in der gleichen Weise vorgenommen, nur titrierte ich jetzt jedes Mal 50 ccm von dem auf $\frac{1}{2}$ Liter aufgefüllten Destillat.

Menge des beim Verbluten des Kaninchens A erhaltenen							
Blutes	.	.	.	.	.	.	30 ccm
Endtiter für 50 ccm Destillat	49,2	ccm	$\frac{1}{10}$	Normal-NaOH			
Titerdifferenz	„ 50	„	„	0,8	„	„	„
„	„ 500	„	„	$0,8 \cdot 10$	„	„	„
$0,8 \cdot 10$ ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen						$\frac{0,8 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000}$	
							$= 0,0112 \text{ g N.}$

II.

Kaninchen B. Lebendgewicht 1650 g.

Die Entnahme des Blutes geschah auch aus der A. carotis, doch wurde während des Verblutens durch eine in die V. jugularis externa eingebundene Kanüle physiologische Kochsalzlösung infundiert, sodass die erhaltene Blutmenge als mit dieser gemischt anzusehen ist.

Blutmenge	80 ccm
Endtiter für 50 ccm Destillat	48,0 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „	2,0 „ „ „
„ „ 500 „ „	2,0 . 10 „ „ „
2,0 . 10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen	$\frac{2,0 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000}$
	= 0,0280 g N.

III.

Kaninchen C. Lebendgewicht 2200 g.

Während des Verblutens aus der A. carotis wurde durch die V. cruralis Kochsalzlösung infundiert. Nach der Eröffnung fand sich im Herzen sehr wässriges Blut, so dass die erhaltene Blutmenge als ziemlich reichlich mit Kochsalzlösung versetzt gelten muss.

Blutmenge	132 ccm
Endtiter für 50 ccm Destillat	44,8 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „	5,2 „ „ „
„ „ 500 „ „	5,2 . 10 „ „ „
5,2 . 10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen	$\frac{5,2 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000}$
	= 0,0728 g N.

Versuch Nr.	Lebendge- wicht des Kaninchens	Menge des erhaltenen reinen Blutes	Menge des erhaltenen Blutes + Koch- salzlösung	N-gehalt des alkoholischen Blutextractes
I.	1650 g	30 ccm	—	0,0112 g
II.	1650 „	—	80 ccm	0,0280 „
III.	2200 „	—	132 „	0,0714 „

Die Versuche I und II geben fast das gleiche Resultat. In dem Versuch II wurde etwas über die doppelte Stickstoffmenge gefunden, entsprechend der mehr als doppelt so grossen Blutmenge, die dabei zur Untersuchung kam. Der dritte Wert ist aber im Vergleich zu den beiden anderen so beträchtlich grösser, dass man Bedenken tragen muss, aus allen 3 Werten einen mittleren Gehalt des Kaninchenblutes an stickstoffhaltigen Extractivstoffen abzuleiten. Gleichwohl differieren die Ergebnisse des Versuchs I und III nicht so sehr, als es auf den ersten Blick scheinen könnte. Angenommen, Kaninchen A habe $\frac{1}{4}$ seines Gesamtblutes abgegeben — bei einem Tier von 1650 g Körpergewicht können nach bekannten physiologischen Regeln 120 ccm Blut als normal angesehen werden —, so würde der Stickstoffgehalt im Extract von seinem Gesamtblut $4 \cdot 0,0112 = 0,0448$ g oder auf 1 Kilogr. Körpergewicht $\frac{0,0448}{1,650} = 0,0271$ g betragen. Beim Kaninchen C, dessen Blut fast ganz durch Kochsalzlösung verdrängt worden war, betrug der Extractivstickstoff des erhaltenen Blutes 0,0714 g oder auf 1 Kilogr. Körpergewicht $\frac{0,0714}{2,2} = 0,0323$ g. Diese Zahlen dürfen vielleicht als approximative Angaben noch inbetracht gezogen werden.

Stickstoffgehalt der Extracte vom Kaninchen- und Hundeblut nach Peptoninfusion; Peptongehalt des Harns und der Extracte aus einzelnen Organen.

Bei der Beurteilung der Resultate, die ich bei den Stickstoffbestimmungen der alkoholischen Blutextracte von den Tieren, denen ich Peptonlösung infundierte, erhalten habe, drängen sich die gleichen Erwägungen auf wie bei den vorher erwähnten Kochsalzinfusionen.

Durch die Peptoninfusion, deren Menge zwischen 40—100 ccm schwankte, wird natürlich das Blut bedeutend wasserreicher, so dass auch die erhaltenen Blutportionen bezüglich ihrer Concentration unter einander ziemlich stark differieren dürften.

Was die Technik der Versuche anbelangt, so bemerke ich noch, dass als Infusionsstelle in den meisten Fällen die V. jugularis, einige Male auch die V. cruralis diente. Bei den Infusionen von der Jugularis aus stellte es sich als ein Uebelstand heraus, dass die Peptonlösung, wenn sie, rasch infundiert, auf so kurzem Wege in das Herz gelangte, dort in der Regel Störungen hervorrief. Infusionen in die V. cruralis boten dagegen fast niemals irgendwelche Gefahren, was sich leicht daraus erklärt, dass sich die Peptonlösung auf dem langen Wege von der Schenkelvene bis zum Herzen schon mehr mit Blut gemischt hatte.

Natürlich war es nicht angängig, das stark sauer reagierende salzsaure Salz direkt in die Blutbahn zu bringen. Ich versuchte deshalb zuerst nach der von Paal¹⁾ angegebenen Methode mittelst Silbersulfat salzsäurefreies Pepton herzustellen. Mit solchem reinen Glutlopepton sind die ersten beiden Kaninchenversuche ausgeführt. Zum Vergleich zog ich auch das ziemlich reine Gröbler'sche Pepton (Pepton. sicc. alcohole praecipitat.) heran und führte damit die Versuche III—VI aus, während in allen späteren Versuchen wieder Paal'sches Glutlopepton verwandt wurde, bei dem die Salzsäure einfach durch Zusatz von Natronlauge bis zur schwach alkalischen Reaktion unschädlich gemacht worden war.

Ich gehe jetzt zu den ersten 4 Versuchen über, in denen ich von den alkoholischen Blutextracten Stickstoffbestimmungen machte. Bei den ersten Versuchen verwandte ich nur kleinere Mengen von salzsäurefreiem Glutlopepton, während ich in den beiden nächsten fast die vierfache Menge von Gröbler'schem Pepton infundierte. In allen vier Versuchen wurde die Infusion vortrefflich von den Tieren vertragen. Es zeigten sich zwar einige Male eine ziemlich starke Vertiefung und Verlangsamung der Atemzüge, die aber sehr bald vorüberging, sodass die Tiere wieder vollkommen normal erschienen.

1) Loc. cit., p. 1230.

I.

I. Kaninchen D. Lebendgewicht 2320 g.

Peptonmenge ca. 1,4 g reines salzsäurefreies Glutinpepton, gelöst in 35 ccm physiologischer Kochsalzlösung.

Dauer der Infusion 10 Minuten.

Entnahme des Gesamtblutes 15—20 Minuten nach vollendeter Infusion aus der Carotis.

Menge des erhaltenen Blutes 51 ccm.

Alkoholisches Blutextract: Keine deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für 50 ccm Destillat 48,9 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH

Titerdifferenz „ 50 „ „ 1,1 „ „ „

„ „ 500 „ „ 1,1.10 „ „ „

1,1.10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{1,1 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000} = 0,0154$ g N.

Die Harnblase ist prall gefüllt mit einem stark alkalischen Harn, der ein sehr dickes, unter dem Mikroskop amorph erscheinendes Sediment von anorganischen Salzen enthält, die bei Zusatz von HCl unter reichlicher Gasentwicklung sich völlig auflösen. Der Harn zeigt die Biuretreaction nicht deutlich, da er sehr stark gefärbt ist.

II.

Kaninchen E. Lebendgewicht 1600 g.

Peptonmenge ebenso gross wie in Versuch I. Doch wurde die Alkaleszenz der Lösung zuvor durch Zusatz von HCl bis fast zur neutralen Reaction abgestumpft.

Dauer der Infusion 8 Minuten.

Entnahme des Gesamtblutes ca. 20 Minuten nach vollendeter Infusion durch direktes Eröffnen beider Carotiden mittelst Durchschneidung der Weichteile des Halses. Ein Teil des Blutes ging verloren.

Menge des erhaltenen Blutes 23 ccm.

Alkoholisches Blutextract: Keine deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für 50 ccm Destillat 48,8 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH

Titerdifferenz „ 50 „ „ 1,2 „ „ „

„ „ 500 „ „ 1,2.10 „ „ „

1,2.10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{1,2 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000} = 0,0168$ g N.

Die Harnblase ist prall mit völlig klarem Urin gefüllt, der nicht weiter untersucht wurde.

III.

Kaninchen F. Lebendgewicht 3000 g.

Peptonmenge: 4 g Pepton Grüber.

Die Entnahme des Gesamtblutes geschah aus der Carotis, während gleichzeitig von der Jugularis aus noch eine geringe Menge physiologischer Kochsalzlösung infundiert wurde.

Während der Peptoninfusion sowohl als während der Blutentnahme gingen geringe Mengen von der Peptonlösung und dem Blute verloren.

Menge des erhaltenen Blutes 145 ccm.

Alkoholisches Blutextract zeigt deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für 50 ccm Destillat	42,3	ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „	7,7	„ „ „
„ „ 500 „ „	7,7 · 10	„ „ „

7,7 · 10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{7,7 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000} = 0,1078$ g N.

Der Harn wurde nicht untersucht.

IV.

Kaninchen G. Lebendgewicht 2900 g.

Peptonmenge ebenso gross wie in Versuch III.

Die Infusion der Peptonlösung geschah in die V. cruralis, während in den vorhergehenden Versuchen dazu die V. jugularis externa benutzt worden war.

Entnahme des Gesamtblutes nach ca. 10 Minuten aus der A. carotis wie früher; doch wurde dies Mal keine Kochsalzlösung nachgespült.

Menge des erhaltenen Blutes 97 ccm.

Alkoholisches Blutextract zeigt deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für 50 ccm Destillat	46,0	ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „	4,0	„ „ „
„ „ 500 „ „	4,0 · 10	„ „ „

4,0 · 10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{4,0 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000} = 0,0560$ g N.

Der Harn wurde nicht untersucht.

In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis dieser vier Versuche übersichtlich zusammengestellt.

Versuch Nr.	Lebendge- wicht des Kaninchens	Pepton- Menge	Dauer der Infusion	Entnahme des Blutes nach Vollendung der Infusion nach	Blut- menge	Biuretrea- ction des alko- holischen Blutextractes	Stickstoffge- halt des alko- holischen Blutextractes
I.	2320 g	c. 1,4 g (Paal)	10 Min.	15—20 Min.	51 ccm	Nicht deutlich	0,0154 g
II.	1600 „	„	8 „	ca. 20 „	23 „	„	0,0168 „
III.	3000 „	4 g (Grübler)	c. 15 „	„ 10 „	145 „ + Kochsalz- lösung	deutlich	0,1078 „
IV.	2900 „	„	15 „	„ 10 „	97 „	„	0,0560 „

Aus diesen Zahlen geht mit Sicherheit hervor, dass bei Entnahme des Blutes das injicierte Pepton zum allergrössten Teil schon aus dem Blut verschwunden oder doch in unveränderter Gestalt nicht mehr in demselben vorhanden war. Denn die so kleinen Werte in Versuch I und II, welche in keinem Falle auch bei der Umrechnung auf die annähernd zu schätzende Gesamtblutmenge den Stickstoffgehalt eines Grammes Pepton erreichen, sondern ganz beträchtlich darunter bleiben, sind wohl überhaupt nicht oder nur zum allerkleinsten Teil durch die Anwesenheit von Pepton bedingt; sie geben vielmehr nur den Stickstoffgehalt des peptonfreien alkoholischen Blutextractes an, wie auch der Vergleich mit den frühern Resultaten der Untersuchungen des Kaninchenblutes schliessen lässt. In den Versuchen III und IV, bei denen durch die Biuretreaction sich noch die Anwesenheit von Pepton nachweisen liess, rührt aber auch nur ein Teil des gefundenen Stickstoffs von Pepton her, und da von den Kaninchen F. und G. etwa die Hälfte des Gesamtblutes zur Untersuchung gelangte und trotzdem viel weniger Stickstoff gefunden wurde, als 1 g Pepton, d. i. dem vierten Teil der einverleibten Menge entspricht, so ist auch hier als erwiesen zu betrachten, dass der grösste Teil des infundierten Peptons im Verlauf von 10 Minuten aus der Blutbahn verschwunden war.

Es geht also aus diesen Versuchen klar hervor, dass schon nach kurzer Zeit selbst grössere Peptonmengen, die in die Blutbahn gebracht werden, aus derselben verschwinden. Sobald ich diese Einsicht gewonnen hatte, konnte

mir weniger daran liegen, dieses Verschwinden in seinem zeitlichen Verlauf quantitativ zu verfolgen, als über das Schicksal des Peptons etwas zu erfahren. Es genügte mittelst der Biuretreaction sich zu vergewissern, ob in einem Blutextract Pepton noch vorhanden sei oder nicht. Ich gab deshalb bei den späteren Versuchen die Stickstoffbestimmungen der Blutextracte auf und beschränkte mich allein auf den qualitativen Nachweis des Peptons, während ich mich jetzt dazu wandte, zu untersuchen, wo das aus dem Blut verschwundene Pepton geblieben sei. Wenn man die Hypothese von Schmidt-Mühlheim noch gelten lässt, so musste ich erwarten, dass sich das Pepton in den einzelnen Organen aufspeicherte, um dann allmählich entweder in Eiweiss regeneriert oder bei den Lebensprozessen dieser Organe verbrannt zu werden.

Die daraufhin unternommenen Untersuchungen der Organe waren fast immer von negativem Resultate. Ich prüfte die Leber, grössere Muskelmassen und die Nieren. Alle diese Organe wurden sofort nach der Herausnahme aus dem Körper mit dem Wiegemesser zerkleinert und dann in einem Mörser mit alkoholischer Chlorzinklösung übergossen und stark durchgerieben. Der Brei blieb meist über Nacht stehen. Dann wurde abfiltriert, der Rückstand nochmals mit Wasser tüchtig durchgeknetet und ebenfalls aufs Filter geworfen. Meistens wurden der alkoholische und der wässerige Auszug getrennt weiter geprüft. Es konnte sich hierbei selbstverständlich auch nur um den qualitativen Peptonnachweis mittelst der Biuretreaction handeln. Bei der Untersuchung der Leber fand ich nur einige Male äusserst schwache und auch nicht absolut sichere Biuretreaction. Ich bemerke hier ausserdem, dass die alkoholischen und auch die wässerigen Leberextracte stets ziemlich stark milchig getrübt waren. Beim Eindampfen färbten sie sich zumeist dunkel, so dass die Beobachtung der Farbenreaction beträchtlich erschwert wurde.

Von den Muskeln kam in der Regel die Muskulatur des Oberschenkels und der Hüfte zur Untersuchung. Pepton war nie mit absoluter Sicherheit nachzuweisen. Da aber das verwendete Material nur einen kleinen Teil des gesamten Muskelapparates ausmachte, so werden die Angaben hierüber vielleicht bei Verarbeitung grösserer Muskelmassen etwas zu modificieren sein.

Die Nierenextracte gaben in einigen Fällen deutliche Biuret-

reaction, die aber wohl zum grössten Teil auf den Peptongehalt des Harnes zu beziehen ist, der sich stets in der Niere findet.

Mit dem Harn, auf dessen Untersuchung ich in den spätern Tierversuchen vor allem mein Augenmerk richtete, erhielt ich stets sehr starke Biuretreaction. Die Harnsecretion war in fast keinem Fall sistiert, was Schmidt-Mühlheim bei einigen seiner Versuche angiebt, vielmehr wurden in einigen Fällen sogar ganz enorme Mengen entleert, was ja auch bei dem durch die Infusion beträchtlich erhöhten Wassergehalt des Blutes ganz erklärlich ist. Die Versuche stellten sich im einzelnen folgendermassen dar:

V.

Kaninchen H. Lebendgewicht 1850 g.

Peptonmenge: 6,0 g Pepton Grüber, gelöst in 60 ccm physiologischer Kochsalzlösung. Infusion in die V. jugularis. Das Tier wurde infolge überhasteten Infundierens nach einigen Minuten stark dyspnoisch und starb, nachdem fast die ganze Peptonmenge eingelaufen war, 4 Minuten nach Eintritt der Dyspnoe. Bei der sofort vorgenommenen Obduction zeigte sich das Herz prall gefüllt mit dunkelrotem Blute, das nur langsam gerann. Das Blut aus den grossen Gefässen und dem Herzen wird aufgefangen und in der bekannten Weise auf Pepton untersucht.

Das alkoholische Blutextract zeigt deutliche Biuretreaction.

Die Harnblase ist leer.

Die Nieren werden in der oben angegebenen Weise behandelt. Sowohl das alkoholische als auch das wässerige Nierenextract zeigt deutliche Biuretreaction.

VI.

Kaninchen I. Lebendgewicht 1920 g.

Peptonmenge: 6,0 g Pepton Grüber, in 60,0 ccm physiologischer Kochsalzlösung gelöst. Die Infusion in die V. cruralis dauert 11 Minuten. Dabei scheint das Tier in tiefe Narkose zu geraten. Die Atmung ist jedoch nach Vollendung der Infusion völlig gleichmässig. Nach weiteren 25 Minuten Entnahme von 18 ccm Blut. (Blutprobe I.)

Diese Blutentziehung vertrug das Kaninchen anscheinend ganz gut; Puls und Atmung blieben regelmässig. Aber nach Verlauf von 30 Minuten, während welcher Zeit das Tier unbeaufsichtigt gelassen wurde, fand ich es tot.

Sofort wurde die Section vorgenommen und aus dem Herzen und den grossen Gefässen noch 40 ccm flüssiges Blut erhalten. (Blutprobe II.)

Das Tier hatte bald nach Vollendung der Infusion Harn gelassen. (Harn I.) Nach dem Tode fand sich die Blase wieder prall gefüllt. (Harn II.)

Blutprobe I: deutliche Biuretreaction.

„ II: „ „

Harn I und II zeigen sehr reichliches Sediment, das bei Zusatz von Salzsäure unter starker Gasentwicklung sich völlig auflöst. Die Biuretreaction fällt nicht deutlich aus, da der Harn sehr dunkel ist. Die Entfärbung wurde mit Tierkohle vorgenommen, aber auch jetzt bleibt die Reaction undeutlich, vielleicht weil in der Tierkohle mit den Farbstoffen auch das Pepton zurückgehalten worden ist.

Nieren: Das alkoholische und das wässerige Extract zeigen deutliche Biuretreaction.

VII.

Kaninchen K. Lebendgewicht 1990 g.

Peptonmenge: 7,0 g Paal'sches Glutinpepton, dessen Lösung mit Natronlauge bis zur schwach alkalischen Reaction versetzt ist. Volumen der Lösung 65 ccm. Die Infusion in die V. jugularis dauert 15 Minuten. Entnahme der ersten Blutprobe 20 Minuten nach Vollendung der Infusion; Blutmenge 17 ccm. Entnahme des Gesamtblutes nach weitem 20 Minuten; Blutmenge 60 ccm.

Sofort nach Vollendung der Infusion lässt das Kaninchen Harn (Harn I); im weiteren Verlauf des Versuchs wird noch viel Harn entleert. (Harn II.) Nach Eröffnung der Bauchhöhle findet sich die Blase prall gefüllt. (Harn III.)

Blutprobe I: Keine deutliche Biuretreaction.

„ II: „ „ „

Der Harn ist absolut klar und ganz hell. Menge des Gesamtharnes ca. 100 ccm.

Harn I: Deutliche Biuretreaction, die noch schöner hervortritt, wenn die Harnfarbstoffe durch basisch essigsaures Blei gefällt werden.

Harn II: Sehr deutliche und starke Biuretreaction.

Harn III: Deutliche Biuretreaction.

Die Nierenextracte zeigen, selbst nachdem sie auf ein ziemlich kleines Volumen eingedampft sind, keine Biuretreaction.

Bei dem Leberextract ist die vorher schon erwähnte milchige Trübung für die Beurteilung der Biuretreaction etwas störend. Beim Eindampfen wird die ganze Lösung dunkelbraun. Auch die durch Bleiessig von der störenden Farbe befreiten Proben zeigen keine Biuretreaction.

VIII.

Kaninchen L. Lebendgewicht 2700 g.

Peptonmenge: 8,0 g neutralisiertes Paal'sches Glutipepton, gelöst in 70 ccm Wasser.

Während der Infusion in die V. jugularis wurde das Tier stark dyspnoisch, die Atemzüge wurden sehr vertieft und selten (6 in der Minute); die Herzaktion war dabei regelmässig, nur etwas verlangsamt. Infolge dieser drohenden Erscheinungen unterbrach ich nach 15 Minuten die Infusion, nachdem ungefähr 50 ccm der Peptonlösung eingelaufen waren. Nach einiger Zeit erholte sich das Tier wieder vollkommen; doch wurde der Rest der Peptonlösung nicht mehr infundiert. Die Entnahme der ersten Blutprobe aus der Carotis erfolgte ca. 20 Minuten nach Unterbrechung der Infusion, die des Gesamtblutes nach weiteren 25 Minuten, so dass vom Beginn der Infusion bis zur völligen Verblutung reichlich eine Stunde vergangen war.

Der Harn wurde kurz vor der Vollendung der Verblutung theils spontan entleert, theils durch Druck aufs Abdomen ausgepresst.

Blutprobe I: Die alkoholischen und wässerigen Extracte werden zusammengegeben, auf ein kleines Volumen eingedampft und zeigen dann deutliche Biuretreaction.

Blutprobe II: Nach dem Eindampfen der vereinigten alkoholischen und wässerigen Extracte deutliche Biuretreaction.

Der Harn ist stark alkalisch, liefert ein reichliches Sediment und ist von dunkler Farbe. Seine Menge beträgt 45 ccm. Er zeigt die Biuretreaction sehr deutlich, die nach der Ausfällung der Harnfarbstoffe mittels Bleizucker noch schöner hervortritt.

Die Nierenextracte zeigen schwache Biuretreaction.

Die alkoholischen und vor allem die wässerigen Extracte von Leber und Muskeln geben uneingedampft ziemlich deutliche aber schwache Biuretreaction. Beim Eindampfen scheidet sich stets ein

flockiger Niederschlag aus; nach dem Abfiltrieren desselben ist die Reaction entweder ganz verschwunden oder bedeutend schwächer geworden. Der Peptongehalt dieser Organe kann daher nur minimal sein.

IX.

Hund A. Lebendgewicht 3950 g.

Peptonmenge: 12 g Paal'sches Glutinpepton, gelöst in 80 ccm Wasser. Die infundierte Lösung war trotz vorhergegangener Neutralisation schwach sauer, wie sich bei der Prüfung nach der Infusion herausstellte. Am Tage vor dem Versuch hatte ich die Lösung bis zur schwach alkalischen Reaction mit Natronlauge versetzt. Dass am folgenden Tage wieder saure Reaction hervortrat, findet darin seine Erklärung, dass die an das Pepton sehr fest gebundene Salzsäure nur allmählich sich mit zugefügtem Alkali vereinigt, und dass dann nach Ueberführung des Alkalis in neutral reagierendes Chlorid die saure Reaction eines Restes von Glutinpeptonchlorhydrat wieder zur Geltung kommt.

Während der Infusion in die V. cruralis traten bei dem Hund starke Krämpfe auf, der Puls war beschleunigt und unregelmässig. Die Atmung vertieft und stockend. Schliesslich blieb die Atmung völlig aus, während der Puls noch gut war. Trotz künstlicher Atmung, die ich durch rhythmische Compression des Thorax einleitete, wurde schliesslich auch der Puls unfühlbar, und das Tier starb, nachdem etwa $\frac{2}{3}$ der ganzen Peptonmenge eingelaufen waren. Die Dauer der Infusion betrug 15 Minuten. Beim Eintritt der bedrohlichen Erscheinungen wurde sie abgebrochen. Der Tod des Tieres trat erst nach weiteren 15 Minuten ein.

Die Obduction des Cadavers wurde sofort vorgenommen und das Blut aus dem Herzen und den grossen Gefässen aufgefangen. Die Harnblase war prall gefüllt.

Blutmenge 130 ccm.

Blutextract zeigt deutliche und starke Biuretreaction.

Der Harn ist klar und hell, reagiert schwach alkalisch. Er zeigt deutliche, aber schwache Biuretreaction.

Die Nierenextracte zeigen nach dem Eindampfen auch schwache Biuretreaction.

Die Leber- und Muskelextracte verhalten sich, wie beim vorigen Versuch angegeben; deutliche Biuretreaction zeigen sie nicht.

X.

Hund B. Lebendgewicht 5000 g.

Peptonmenge: 10 g Paal'sches Pepton, in 70 ccm Wasser gelöst, schwach alkalisch.

Die Infusion in die V. cruralis ging gut von staten und dauerte im ganzen 25 Minuten. Schon nach kurzer Zeit trat ein soporöser Zustand ein, während dessen behufs anderweitiger Versuche die Exstirpation der Schilddrüsen vorgenommen wurde. Infolge dieses Eingriffes, der noch vor Beendigung der Infusion vollendet war, erwachte der Hund wieder, zeigte aber keine Störung der Atmung und des Pulses.

Das während der Schilddrüsenexstirpation vergossene und aufgefangene Blut (20 ccm) zeigte deutlich eine Abnahme der Gerinnungsfähigkeit. (Blutprobe I.) 5 Minuten nach Vollendung der Infusion wurden 25 ccm Blut aus der Carotis entnommen (Blutprobe II) und sogleich ca. 40 ccm physiologischer Kochsalzlösung von der V. cruralis aus infundiert. Nach Verlauf von weiteren 20 Minuten, während welcher der Hund keine auffallende Erscheinungen darbot, wurde das Gesamtblut durch Verblutung entzogen. (Blutprobe III, Menge 200 ccm.) Die Verblutung währte etwa 15 Minuten. Sofort nach Vollendung der Peptoninfusion liess das Tier spontan Harn (Harn I), nach 10 Minuten wiederum (Harn II), ebenso während des Verblutens (Harn III) und schliesslich noch kurz vor dem Tode (Harn IV).

Extract von Blutprobe I: Deutliche Biuretreaction.

Extract von Blutprobe II: Deutliche Biuretreaction, stärker als in I.

Extract von Blutprobe III: Erst nach dem Eindampfen des ziemlich voluminösen Extractes zeigt sich eine deutliche, aber sehr schwache Biuretreaction.

Das Nierenextract ist etwas bräunlich gefärbt und zeigt die Biuretreaction nicht deutlich. In den Leber- und Muskelextracten fällt auch nach dem Eindampfen die Reaction negativ aus.

Der Harn ist völlig klar und hell, nur die Probe IV durch Kot etwas verunreinigt. Gesamtmenge 240 ccm.

I. Probe: Deutliche und starke Biuretreaction.

II. " " " " "

III. " " " " "

IV. " " Biuretreaction, aber viel schwächer als
in den Harnen I—III.

Aus diesen Versuchen geht mit absoluter Sicherheit hervor, dass nach kurzer Zeit selbst ganz beträchtliche Peptonmengen aus der Blutbahn, in die sie künstlich hineingebracht sind, verschwinden, und zwar um so schneller, je ungestörter die Harnsecretion von statten geht. Das beweist ausser dem letzten noch der Versuch VII und X, wo 40 Minuten nach Beendigung der Infusion sich fast gar kein Pepton im Blute mehr nachweisen liess, während der Harn einen ganz beträchtlichen Peptongehalt durch die Stärke der Biuretreaction zu erkennen gab. Die Organextracte zeigten in diesen Fällen keine oder doch nur sehr schwache Biuretreaction.

Der ganze Verlauf der Tierversuche, bei denen durch reichliche Harnausscheidung eine Entfernung des Peptons, resp. der infundierten grossen Flüssigkeitsmenge stattfand, war ein ungestörter. Die Tiere zeigten fast gar keine Anomalien bezüglich der Atmungs- und Herzthätigkeit. Hieher sind zu zählen die Versuche VII, X und auch VI. In diesem letzten kann ich den unerwarteten Tod des Kaninchens nicht auf Schädigungen, die es durch die Peptoninfusion erlitten hat, schieben, sondern glaube vielmehr, dass es die Entziehung von 18 ccm Blut nicht hat vertragen können.

Der Tod des Kaninchens H erklärt sich zwanglos aus dem infolge zu schnellen Infundierens bei gleichzeitiger völliger Anurie colossal gesteigerten Blutdruck, der vielleicht eine Gehirnhämorrhagie oder Herzlähmung herbeiführte.

Dass wirklich die Blutdrucksteigerung die Ursache der eingetretenen Atmungs- und Pulsstörungen, resp. des Todes in dem einen Fall gewesen ist, dafür spricht auch der Versuch VIII. In diesem traten ebenfalls infolge zu schnellen Infundierens bei anfangs entschieden stockender Harnsecretion starke dyspnoische Beschwerden auf, die nach Unterbrechung der Infusion bald vollkommen schwanden. Der Tod des Hundes A in Versuch IX ist einzig und allein durch den Salzsäuregehalt der Peptonlösung, bei welcher eine nochmalige Prüfung der Reaction kurz vor der Infusion leider versäumt worden war, herbeigeführt.

Es lassen sich also die Todesfälle bei meinen Tierversuchen leicht erklären. Die Ursachen liegen in den angegebenen experimentellen Fehlern — überhastete Infusion von der V. jugularis

aus, Entnahme zu grosser Blutproben, Infusion saurer Peptonlösungen —, die in Zukunft, nachdem einmal darauf hingewiesen ist, bei ähnlichen Versuchen leicht zu vermeiden sein werden. Von einer toxischen Wirkung des Paal'schen Glutinspeptons kann keine Rede sein, wenn Kaninchen 7 g und kleinere Hunde bis zu 20 g von diesem Präparat intravenös aufnehmen können, ohne dass schwere Intoxicationerscheinungen auftreten. Die Ungiftigkeit dieses Peptons ist überdies schon festgestellt worden durch eine im hiesigen physiologischen Institut ausgeführte Experimentaluntersuchung von O. Maerke¹⁾, deren Ergebnis sich dahin zusammenfassen lässt, dass überhaupt reine Peptone keine Giftstoffe sind.

Auf Grund meiner Versuche muss ich die Ansicht Hofmeister's, der sich Neumeister später vollkommen anschloss, auch für das Leimpepton als zutreffend anerkennen: auch das Leimpepton ist, wenn es künstlich in die Blutbahn gebracht wird, den Fremdkörpern in derselben zuzuzählen und wird, ebenfalls gleich den Fremdkörpern, möglichst schnell wieder ausgestossen. Der Weg, auf dem dies geschieht, ist wohl hauptsächlich die Ausscheidung durch die Nieren. Ob dieser aber der einzige ist, und ob überhaupt die gesamte zugeführte Leimpeptonmenge ausgeschieden wird, das klarzustellen würde den Rahmen dieser Arbeit weit überschritten haben. Nur darüber suchte ich noch Aufschluss zu gewinnen, wie gross ungefähr die Peptonmenge sei, die während eines Versuches von annähernd derselben Dauer wie die bisher ausgeführten Tierversuche im Harn wieder erscheint. Ich infundierte deshalb eine sehr grosse Menge Paal'schen Glutinspeptons einem mittelgrossen Hunde und bestimmte dann quantitativ den Stickstoff im Blutextract, um ungefähr berechnen zu können, wie viel Pepton bis zur Entnahme des Gesamtblutes noch im Blut zurückgeblieben sei; ferner suchte ich aus dem Harn das Pepton zu isolieren und durch Ermittlung des Stickstoffgehalts quantitativ zu bestimmen.

Der Versuch verlief folgendermassen:

1) O. Maerke, Zur Kenntniss der Giftwirkung der Peptone. Inaug.-Diss. Erlangen 1891.

XI.

Hund C. Lebendgewicht 9100 g.

Peptonmenge: 20 g Paal'sches Glutinpepton, gelöst in 100 ccm Wasser; Lösung durch Natronlauge schwach alkalisch gemacht.

Die Infusion geschah von der V. cruralis aus und dauerte 35 Minuten. Sie verlief ohne jede Störung von seiten des Tieres.

Vor der Infusion wurden 18 ccm Blut aus der A. carotis entnommen (Blutprobe I), 4 Minuten nach Vollendung derselben 25 ccm (Blutprobe II). Nach weiteren 15 Minuten wurde das Tier durch Verbluten getötet. Dauer des Verblutens 17 Minuten. Während desselben wurden noch ca. 150 ccm physiologischer Kochsalzlösung von der V. cruralis aus infundiert. Menge des erhaltenen Blutes 550 ccm (Blutprobe III). Während des ganzen Versuches liess der Hund keinen Harn. Bei der Section zeigte sich die Blase prall gefüllt.

Zur Untersuchung werden ausser Blutproben und Harn auch noch genommen die Nieren, die Leber und die Muskulatur eines Oberschenkels mit Hüfte.

Blutprobe I: Keine Biuretreaction.

„ II: Deutliche Biuretreaction.

„ III: „ „

Die Blutproben II und III zeigen bei der Prüfung sowohl mit Kupfersulfat und Natronlauge als auch mit Nylander's Reagens eine deutliche Vermehrung der reducierenden Substanzen (Zucker?) gegenüber der vor der Infusion entnommenen Blutprobe I.

Die vereinigten Nierenextracte geben nach dem Einengen äusserst schwache Biuretreaction.

Die Leber- und Muskelextracte lassen keine Biuretreaction erkennen, auch nachdem sie auf ein kleines Volum eingeeengt sind.

Der Harn, dessen Menge 95 ccm beträgt, ist schwach sauer, sehr wenig getrübt und zeigt sehr starke Biuretreaction.

Bestimmung des Stickstoffs in den Blutextracten II und III nach Kjeldahl-Argutinsky:

Die gesamten alkoholischen und wässerigen Extracte aus den Blutproben II und III werden zusammengegeben und völlig eingedampft und in dem Rückstand der Stickstoff nach Kjeldahl-Argutinsky bestimmt.

Endtiter	für	50 ccm Destillat	31,6	ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz	„	50 „ „	18,4	„ „ „ „
„	„	500 „ „	18,4 · 10	„ „ „ „
18,4 · 10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{18,4 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000} = 0,2576$ g N.				

Es würde falsch sein, wollte man diese 0,2576 g Stickstoff auf Pepton umrechnen, da dann die normalen stickstoffhaltigen Extractivstoffe des Blutes ganz ausser Acht blieben. Aber selbst wenn man diese viel zu weit gehende Annahme zuliesse, so würden sich entsprechend den 0,2576 g Stickstoff nur etwa 2 g Pepton als der in dem analysierten Blutquantum noch verbliebene Anteil der ganzen infundierten Peptonmenge ergeben; und da etwa nur $\frac{2}{3}$ des Gesamtblutes zur Untersuchung kamen, so wäre für das im Körper des Hundes zurückgebliebene Blut ausserdem noch 1 g Pepton in Anrechnung zu bringen. Das Gesamtblut hat somit zur Zeit der Verblutung höchstens noch 3 g Pepton enthalten, oder es sind von den infundierten 20 g Pepton mindestens 17 g während der kurzen Versuchszeit aus der Blutbahn verschwunden.

Aus dem Harn versuchte ich das Pepton auf folgende Weise wieder zu gewinnen: Da das salzsäurefreie Glutinpepton in starkem Alkohol sehr wenig löslich ist, so wird der mit Natronlauge stark alkalisch gemachte Harn völlig eingedampft und der Rückstand mit Alkohol übergossen und verrieben zur Lösung des Harnstoffs, Kreatinins und der übrigen alkohollöslichen Harnbestandteile; die nach dem Abgiessen des Alkohols zurückbleibende syrupöse Masse enthält das Pepton. Eine nicht unbeträchtliche Menge des Peptons ist aber in das alkoholische Extract eingegangen, wie die ziemlich starke Biuretreaction des Extractes beweist. Das alkoholische Extract wird daher zur Trockne gebracht und der Rückstand nochmals mit starkem Alkohol behandelt. Was sich dabei nicht löst, ist Pepton und wird mit der syrupösen Masse, welche die Hauptmenge des Peptons enthält, vereinigt. Die alkoholische Flüssigkeit zeigt jedoch auch jetzt immer noch schwache Biuretreaction; sie wird deshalb auf dem Wasserbade eingedampft und der Rückstand zum dritten Mal mit starkem Alkohol verrieben, unter Zusatz von etwas Äther, der die Abtrennung des Peptons begünstigt. Der alkoholische Auszug

zeigt nunmehr nur eine äusserst schwache Biuretreaction, so dass von einer Wiederholung der Peptonabtrennung abgesehen werden kann.

Die vereinigten alkoholunlöslichen Rückstände 'stellen eine bräunlich schmierige Masse dar, sie bestehen aus freiem Pepton, anorganischen Harnsalzen, Harnsäure und Uraten. Die Masse wird mit einer geringen Menge Wasser und einigen Kubikcentimetern conc. Salzsäure übergossen zur Überführung des Peptons in das Chlorhydrat, das in Alkohol ja so leicht löslich ist. Bei Zusatz von Alkohol fallen jetzt die anorganischen Harnsalze, Harnsäure und Urate aus, während das HCl-Pepton in Lösung bleibt. Es wird filtriert und der Filterrückstand so lange mit Alkohol ausgewaschen, bis er ein fast weisses, körniges Pulver darstellt; trotzdem gibt eine Probe dieses Pulvers, in Wasser gelöst, noch schwache Biuretreaction, es sind also geringe Peptonmengen auf dem Filter zurückgehalten worden.

Das Filtrat, d. i. die alkoholische Peptonchlorhydratlösung, wird völlig eingedampft, zum Zwecke der Stickstoffbestimmung in conc. Phosphor-Schwefelsäure gelöst und auf 50 ccm damit aufgefüllt; davon werden 10 ccm, also der fünfte Teil, abgenommen, wiederum zu 25 ccm mit conc. Phosphor-Schwefelsäure aufgefüllt und der weitem Behandlung nach Kjeldahl-Argutinsky unterworfen. Es werden zwei Bestimmungen in gleicher Weise ausgeführt, die also beide $\frac{1}{5}$ des Gesamtstickstoffs ergeben müssen. Endtiter für 50 ccm Destillat, aus

beiden Destillaten im Mittel	42,7	ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz für 50 ccm Destillat	7,3	" " " "
" " 500 " "	7,3.10	" " " "

7,3.10 ccm $\frac{1}{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{7,3 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000}$ g N.

Dies ergibt für die Gesamtmenge des wiedergewonnenen HCl-Peptons $\frac{5 \cdot 7,3 \cdot 10 \cdot 14}{10 \cdot 1000} = 0,5110$ g N.

Der Peptongehalt des Harns beträgt hiernach rund 4 g.

Im Blut und Harn konnten also im ganzen 6—7 g Pepton nachgewiesen werden, d. h. höchstens ein Drittel von der infundierten Menge. Wenn auch meine Methode der Wiedergewinnung des Peptons aus dem Harn recht mangelhaft ist, so steht doch fest, dass die Hauptmenge des Peptons in dem letzten alkoholisch-salzsäuren Extract vorhanden war, also auch zur Stickstoffbestim-

mung kam. Aus dem Blute, von dem ich sicher $\frac{2}{3}$ der Gesamtmenge zur Untersuchung brachte, konnte ich noch nicht 2 g Pepton wieder erhalten. Es bleibt deshalb vorläufig unerwiesen, wo der übrige, bei weitem grössere Teil des infundierten Peptons zu suchen und was aus ihm geworden ist. Höchst wahrscheinlich tritt es gleichmässig in alle Gewebe des Körpers über. Die Untersuchungen von Leber und Muskel haben freilich kein befriedigendes Resultat ergeben. Das kann nicht recht Wunder nehmen; denn die untersuchten Massen stellen einen so geringen Bruchteil vom Gesamtkörper dar, dass sich in ihnen bei gleichmässiger Verteilung des Peptons über den ganzen Körper nur sehr minimale Peptonmengen befinden können, bei denen auch der qualitative Nachweis nicht immer gelingt.

Es ist anzunehmen, dass der Körper sich im Laufe eines gewissen Zeitraumes des gesamten in die Blutbahn gebrachten Peptons wieder entledigt. In welcher Zeit und auf welchen Wegen dies geschieht, ob die Ausscheidung allein durch die Nieren erfolgt und ob sie mit der Harnausscheidung parallel geht, müssen erst noch genaue quantitative Bestimmungen nach bessern Methoden, als ich anwenden konnte, lehren.

Die Aufgabe, die mir gestellt war, kann ich als gelöst betrachten und das erhaltene Resultat in folgendem etwa zusammenfassen:

Die Leimpeptone, von denen ich wohl das beste bisher dargestellte Präparat in dem C. Paal'schen salzsauren Glutinpepton zur Verfügung hatte, verhalten sich bei der direkten Einführung in die Blutbahn genau so, wie die daraufhin schon untersuchten Eiweisspeptone, d. h. sie lassen sich nach einer gewissen Zeit mit Hilfe der gebräuchlichen Methoden nicht mehr in dem Blute nachweisen. Dies Verschwinden geht um so schneller vor sich, je weniger die Harnabsonderung stockt. Schon 15 bis 20 Minuten nach der Infusion sind beträchtliche Peptonmengen in den Harn übergetreten, und es scheint, dass der Weg durch die Nieren der Hauptweg, vielleicht auch der einzige für die Ausscheidung der Leimpeptone ist. Ob aber ein infundiertes Leimpepton vollständig wieder ausgeschieden wird, oder ob es nicht zum Teil im Körper zurückgehalten und verbraucht werden kann, bleibt noch unentschieden.

Ueber die Fluorescenz von Lösungen.

Von Osc. Knoblauch.

A) Die Fluorescenz einer Lösung ist bekanntlich ausser von der gelösten Substanz sowohl von der Concentration der Lösung als der Natur des Lösungsmittels abhängig. Quantitative Messungen dieser Abhängigkeit fehlen noch fast gänzlich,¹⁾ ich habe daher photometrisch die Fluorescenz von Eosinnatrium, Magdalarot und Fluoresceïn in verschiedenen Lösungsmitteln und bei verschiedener Concentration bestimmt. Ausserdem habe ich die Fluorescenzhelligkeit gleich concentrirter Lösungen von Fluoresceïn-lithium bzw. Petroleum in verschiedenen Lösungsmitteln mit einander verglichen.

Die Concentrationen und die Längen der die Lösungen enthaltenden Tröge waren so gewählt, dass alle in dem auffallenden Lichte enthaltenen Strahlen, welche Fluorescenz zu erregen im Stande waren, von der Lösung auch absorbiert wurden. Alsdann ist die Quantität des erregenden Lichtes in verschiedenen Lösungen die gleiche, nämlich gleich der Gesammtheit der erregungsfähigen Strahlen, und aus der im Photometer beobachteten Fluorescenzhelligkeit lässt sich direkt das „Fluorescenzvermögen“ des gelösten Körpers in den verschiedenen Lösungen berechnen, ohne dass durch Absorptionsbestimmungen die Quantität des von der Lösung absorbirten und die Fluorescenz erregenden Lichtes bestimmt zu werden brauchte. Vorausgesetzt ist dabei, dass das Absorptionsgebiet des fluorescierenden Körpers in verschiedenen Lösungsmitteln die gleiche spectrale Ausdehnung besitzt, und nur innerhalb solcher Grenzen verschoben ist, dass die Energie des erregenden Lichtes innerhalb desselben in allen Lösungsmitteln als gleich gross betrachtet werden kann.

1) B. Walter, Wied. Ann. **34.** p. 316. 1888 und **36.** p. 502 und 518. 1889.

Zur Helligkeitsbestimmung wurde ein Glan'sches Photometer benutzt; die Fluoreszenz wurde erregt durch einen Linnemann'schen Zirkonbrenner. Als Vergleichslichtquelle zur photometrischen Bestimmung diente Licht, welches (ebenfalls vom Zirkonbrenner ausgehend) an weissem oder schwarzem Papier diffus nach dem Vergleichsprisma des Photometers reflektiert wurde. Bei dieser Versuchsanordnung fanden die event. Intensitäts-Schwankungen des erregenden Lichtes und des Vergleichslichtes in gleicher Weise statt, sodass es nicht nötig war, dieselben zu berücksichtigen.

Eine Voruntersuchung über die Abhängigkeit der Fluoreszenzhelligkeit von der Intensität des erregenden Lichtes ergab, dass in der That, wie man allgemein annimmt, Proportionalität zwischen beiden besteht, wenn man die Helligkeit des Zirkonbrenners durch eingeschaltete Rauchgläser bis auf $\frac{1}{7}$ der ursprünglichen Intensität schwächt.

Im Folgenden sind einige der erhaltenen Beobachtungsergebnisse zusammengestellt¹⁾ und zwar in der Weise, dass für die untersuchten Substanzen die Lösungsmittel nach der Fluoreszenzhelligkeit geordnet sind, welche die Körper bei gleicher Concentration, in ihnen gelöst, zeigen. Dabei soll die Bezeichnungsweise z. B. Methylalkohol > Aethylalkohol aussagen, dass die Fluoreszenz des betreffenden Körpers im ersteren Lösungsmittel heller ist als im zweiten

1) Eosinnatrium:

Methylalkohol > Aethylalkohol > Amylalkohol > Gelatine > Glycerin > Wasser.

2) Magdalarot (alle Lösungen enthielten 10⁰/₀ Aethylalkohol):

Methylalkohol > Aethylalkohol > Amylalkohol > Chloroform > Benzol = Toluol.

3) Fluoresceïn:

Glycerin > Amylalkohol > Aethylalkohol > Methylalkohol.

1) Ich verzichte auf die genauere Angabe der Versuchsanordnung, der Einzelheiten der erhaltenen Resultate, des Zahlenmaterials derselben und einer absoluten Bestimmung der Fluoreszenzintensität, da ich demnächst über die Beobachtungen in Wiedemanns Annalen der Phys. u. Chem. zu berichten gedenke.

4) Fluoresceïnliithium:

Methylalcohol > Aethylalcohol > Glycerin > Wasser > Amylalcohol.

5) Petroleum:

Benzol > Aether > Amylalcohol > Aethylalcohol > Methylalcohol.

B) Wenn auch aus dieser Zusammenstellung hervorzugehen scheint, dass die Fluoreszenzhelligkeit, welche ein Körper in einem Lösungsmittel zeigt, in keinem einfachen Zusammenhange mit der Natur des Lösungsmittels steht, indem die Reihenfolge derselben in der Tabelle keineswegs für alle untersuchten Körper die gleiche ist, so lässt sich ein solcher Zusammenhang doch auffinden.

Die Fluoreszenzhelligkeit i_f kann man nach E. Wiedemann¹⁾ durch den Ausdruck darstellen $i_f = \frac{AJ}{b}$, wo A einen constanten Factor (den Bruchteil der einfallenden Energie, welcher in der Zeiteinheit in Leuchtschwingungen verwandelt wird), J die Intensität des auffallenden Lichtes und b die sog. Abklingungsconstante bezeichnet, welche ein Mass für die Schnelligkeit abgibt, mit welcher die Lumineszenzschwingungen abklingen.

Diese Gleichung gilt für jedes einzelne fluorescierende Molecül, wir können sie aber auch auf eine grössere Anzahl derselben, wie wir sie z. B. in Lösungen vor uns haben, ausdehnen. Um Schlüsse über das „Fluoreszenzvermögen“ des einzelnen Molecüles desselben Körpers unter verschiedenen Umständen, etwa in verschiedenen Lösungsmitteln, zu ziehen, hat man die Fluoreszenzhelligkeit gleich concentrirter Lösungen zu vergleichen. Die mit dem Photometer bestimmte Fluoreszenzhelligkeit derselben berechtigt jedoch nur unter besonderen Verhältnissen einen Schluss auf das Fluoreszenzvermögen des einzelnen Molecüles, nämlich nur dann, wenn der moleculare Bau desselben in allen Lösungsmitteln der gleiche ist.

Wenn wir dies gegebenen Falles bei einem Nicht-Electrolyten annehmen können, giebt die Fluoreszenzhelligkeit direct ein Mass für das Fluoreszenzvermögen.

1) E. Wiedemann, Wied. Ann. 37. p. 191. 1889.

Dies ist jedoch nicht der Fall bei den Electrolyten, bei denen wir nach der Theorie der electrolytischen Dissociation in den Lösungen mehr oder minder einen Zerfall in Ionen anzunehmen haben. Für die nur im gelösten und zwar dissociierten Zustande fluorescierenden Electrolyte, ist bei gleicher Concentration die Anzahl fluorescierender Atomcomplexe in verschiedenen Lösungsmitteln nicht die gleiche, sie hängt vielmehr mit dem Dissociationsgrade zusammen. Man kann somit aus der photometrisch bestimmten Fluoreszenzhelligkeit der Lösung eines solchen Electrolyten nur unter Berücksichtigung der Anzahl fluorescierender Atomcomplexe, also des Dissociationsgrades, einen Schluss auf das Fluoreszenzvermögen des einzelnen fluorescierenden Jons machen.

Da der Dissociationsgrad in Beziehung steht zu der Dielectricitätsconstante (D. C.) des Lösungsmittels¹⁾, so ergibt sich hieraus ein Einfluss der D. C. auf die Fluoreszenz des gelösten Electrolyten, welcher die Fluoreszenzintensität der gesamten Lösung durch Vergrösserung der Zahl fluorescenzfähiger Ionen desto mehr verstärkt, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist. Dieser Einfluss der D. C. ist bei verschiedenen Electrolyten verschieden gross, da die dissociierende Wirkung eines Lösungsmittels von der speciellen Natur des Electrolyten abhängig ist.

Bei sehr vielen Körpern ist der Einfluss des Lösungsmittels von massgebender Bedeutung, indem bei vielen, im festen Zustande fluorescirenden Körpern diese Fähigkeit völlig in der Lösung verloren geht, bei anderen wiederum das in festem Zustande nicht vorhandene Fluoreszenzvermögen erst in der Lösung beginnt. Diese Substanzen scheinen in den meisten Fällen Electrolyte zu sein, sodass nach der Dissociationstheorie i. Allg. die ersten nur im nichtdissociierten, die letzten nur im dissociierten Zustande fluorescenzfähig wären²⁾.

C) Die Verschiedenheit des Fluoreszenzvermögens in verschiedenen Lösungsmitteln erklärt sich aus den verschiedenen Werten der Abklingungsconstante *b*. Dieselbe hängt u. A. ab von

1) W. Nernst, Gött. Nachr. Nr. 12 p. 491. 1893.

2) Vgl. K. Noack, Verzeichniss fluoreszierender Substanzen nach der Farbe des Fluoreszenzlichtes geordnet mit Literaturnachweisen. Marburg 1887.

der grösseren oder kleineren Beweglichkeit der fluorescierenden Molecüle in den verschiedenen Lösungsmitteln; ausserdem ergiebt die Anwendung der electromagnetischen Lichttheorie auf die Fluorescenzerscheinungen einen Zusammenhang der Abklingungsconstante mit der Dielectricitätsconstante des Lösungsmittels.

Nach dieser Theorie haben wir uns den Vorgang der Fluorescenz als einen electrischen Schwingungszustand irgend welcher Art auf den Molecülen zu denken. So können wir z. B. diese Schwingungen als Schwingungen der electrischen Valenzladungen auffassen, welche wir den Atomen ohnehin beilegen müssen, um die Erscheinungen der Electrolyse zu erklären.

Ebert¹⁾ hat die Berechtigung der Annahme, dass das Leuchten eines Körpers auf den Schwingungen seiner Valenzladungen beruhe, genauer begründet und speciell für die durch Kochsalz gefärbte Bunsenflamme gezeigt, dass diese Annahme zu Resultaten führt, welche numerisch mit den aus der Beobachtung erhaltenen übereinstimmen. Dabei hat man sich jedes Natriumatom als einen Hertz'schen Oscillator vorzustellen.

Berechnet man nun in der gleichen Weise, wie dies Hertz²⁾ für einen in Luft befindlichen Oscillator gethan hat, für einen in einem Dielectricum mit einer D. C. = ϵ und einer Magnetisirungsconstante = μ befindlichen Oscillator die von demselben während der Dauer einer halben Schwingung ausgesandte Energie, so ergiebt sich dieser Energiebetrag im Verhältniss $1 : (\mu \cdot \epsilon)^{\frac{3}{2}}$ vergrössert, falls man annehmen darf, dass die Schwingungsdauer des Oscillators unabhängig ist von dem umgebenden Dielectricum³⁾.

Wenn aber demnach die ausgestrahlte Energie mit der D. C. zunimmt, so ist für ein fluorescierendes Molecül oder Jon die Abklingungsconstante b in einem Lösungsmittel desto grösser, je grösser die

1) H. Ebert, Wied. Ann. **49** p. 651. 1893.

2) H. Hertz, Wied. Ann. **36**. p. 1. 1889 und: Untersuchungen über die Ausbreitung der electrischen Kraft p. 147.

3) Falls die Schwingungsdauer in beiden Fällen nicht die gleiche bleibt, sondern im ersten Falle gleich T_1 , im zweiten gleich T_2 ist, so

verhalten sich die ausgestrahlten Energiemengen wie $\frac{1}{T_1^3} : \frac{(\mu \cdot \epsilon)^{\frac{3}{2}}}{T_2^3}$
(s. p. 7).

D. C. desselben ist. Die photometrisch bestimmte Fluoreszenzhelligkeit einer Lösung muss also bei gleicher Anzahl fluorescierender Molecüle oder Ionen caet. par. desto geringer sein, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist. Dieser bei zunehmender D. C. die Helligkeit vermindernde Einfluss des Lösungsmittels macht sich in gleicher Weise bei den Electrolyten sowohl wie bei den Nicht-Electrolyten geltend, während der obige mit wachsender D. C. die Helligkeit der Lösung verstärkende Einfluss sich auf die (nur im dissociirten Zustande fluorescierenden) Electrolyte beschränkte.

D) Aus der Dissociationstheorie einerseits und der electromagnetischen Lichttheorie andererseits ergeben sich also für die Fluoreszenzhelligkeit von Lösungen die folgenden Schlüsse:

1) Die Fluoreszenzhelligkeit der Lösung eines nur im dissociirten Zustande fluorescierenden Electrolyten wächst bei gegebenem Lösungsmittel mit zunehmender Dissociation. — Die Beobachtung zeigt in solchem Falle in der That stets eine Zunahme der Helligkeit mit der Verdünnung.

2) Bei Nicht-Electrolyten ist die Fluoreszenzhelligkeit der Lösung bei gleicher Concentration desto geringer, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist. — Diese Folgerung bestätigt sich an den oben angeführten Beobachtungen des Petroleüms.

3) Bei den nur im dissociirten Zustande fluorescierenden Electrolyten wirken die beiden Einflüsse der D. C. des Lösungsmittels im entgegengesetzten Sinne auf die Helligkeit der Lösung ein. Der eine Einfluss verstärkt dieselbe durch Vergrösserung des Dissociationsgrades, der andere schwächt sie durch Vergrösserung der Abklingungsconstante b . Daher ist die Fluoreszenzhelligkeit nicht in einfacher Weise vom Lösungsmittel abhängig. — Dem entspricht die scheinbare Regellosigkeit, mit welcher sich die Lösungsmittel in der S. 2 gegebenen Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse anordnen.

Die Folgerungen, welche sich aus der Anwendung der Dissociationstheorie und electromagnetischen Lichttheorie auf die Fluoreszenzerscheinungen ergeben, stehen also mit den erhaltenen Beobachtungsergebnissen in Einklang.

E) Sowohl aus der Dissociationstheorie wie aus der electromagnetischen Lichttheorie ergiebt sich eine Abhängigkeit der Fluoreszenzhelligkeit der Lösungen von der Dielectricitätsconstante des Lösungsmittels; es fragt sich, ob vielleicht die D. C. die Fluores-

cenzen gelöster Substanzen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ beeinflusst.

Stenger¹⁾ untersuchte die Fluoreszenz und Absorption von Fluorescein, Eosin und Magdalarot in einer Reihe verschiedener Lösungsmittel. Aus seinen Beobachtungen lässt sich erkennen, dass in den weitaus meisten Fällen sowohl das Absorptionsgebiet des fluorescierenden Körpers wie der Spectralbereich seines Fluoreszenzlichtes um so weiter nach dem Violett zu gelegen ist, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist.

Da die Fluoreszenz und Absorption auf den gleichen Ursprung zurückzuführen sind (Schwingungen der Aetherhüllen in der elastischen oder electricischen Schwingungen in der electromagnetischen Lichttheorie), so sind wir vielleicht berechtigt, bei der Erklärung der verschiedenen Farbe des Fluoreszenzlichtes eines Körpers in verschiedenen Lösungsmitteln und der spectralen Verschiebung seines Absorptionsgebietes entsprechend der Kundt'schen Regel in all' den Fällen, in welchen diese letztere gültig ist, neben dem Brechungs- und Dispersionsvermögen des Lösungsmittels auch dessen dielectricische Polarisirbarkeit zu berücksichtigen.

1) F. Stenger, Wied. Ann. 28; p. 201. 1886.

Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen

Bd.: 25. 1893

Erlangen ; Jena 1893

Phys.g. 491 f-23/25

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11881008-9